



Universitat de Lleida

Escola Politècnica Superior

Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica

Projecte final de carrera

**Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi
de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb
energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.**

Volum I: Índex general, Memòria i Annexes

Autor: Oriol Macarulla i Cervelló

Alberto Vélez i Bermúdez

Directora: Lluïsa F. Cabeza i Fabra

Cristian Solé i Cutrona

Juliol de 2007



0

ÍNDEX GENERAL



INDEX GENERAL

VOLUM I: Índex general, Memòria i Annexes

0. ÍNDEX GENERAL	II
ÍNDEX GENERAL	III
ÍNDEX DE TAULES	VIII
ÍNDEX DE FIGURES	XVIII
1. MEMÒRIA	1
ÍNDEX DE LA MEMÒRIA	2
1.0 INTRODUCCIÓ	4
1.0.1 Energies renovables	7
1.0.2 Combustibles fòssils	10
1.0.3 Energia geotèrmica	25
1.1 OBJECTE DEL PROJECTE	35
1.2 ABAST	36
1.3 ANTECEDENTS	37
1.4 NORMES I REFERÈNCIES	38
1.4.1 Disposicions legals i normes aplicades	38
1.4.2 Bibliografia	38
1.5 DEFINICIONS I ABREVIACIONS	41
1.5.1 Definicions	41
1.5.2 Abreviacions	43
1.6 REQUISITS DE DISSENY	45
1.6.1 Requisits generals del projecte	45
1.6.2 Descripció arquitectònica de la vivenda	45
1.6.3 Descripció dels tancaments	48
1.6.4 Característiques dimensionals de les dependències	68
1.6.5 Necessitats energètiques de l'habitatge	69
1.7 ANÀLISI DE SOLUCIONS ADOPTADES	71
1.7.1 La sensació tèrmica	71
1.7.2 Camps de benestar	72



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



1.7.3 Sistemes de calefacció.....	74
1.7.4 Sistemes de refrigeració.....	103
1.7.5 Selecció del tipus d'instal·lacions de climatització.....	140
1.8 DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ.....	170
1.8.1 Descripció general de la instal·lació convencional.....	170
1.8.2 Descripció general de la instal·lació geotèrmica.....	184
1.9 PLANIFICACIÓ.....	218
1.9.1 Definició de les tasques.....	218
1.10 CONCLUSIONS.....	221
1.11 AGRAÏMENTS.....	222
2.ANNEXES.....	223
ÍNDIX DELS ANNEXES.....	224
2.1.CÀLCULS.....	227
2.1.1.Càlcul de les càrregues tèrmiques	227
2.1.2.Càlcul de l'energia necessària d'ACS	339
2.1.3.Càlcul dels elements emissors de calefacció	341
2.1.4.Càlcul de les pèrdues de càrrega.....	367
2.1.5.Càlcul de l'aïllament de les canonades de la instal·lació geotèrmica	391
2.1.6.Càlcul de la xarxa de conductes per a la instal·lació de fred	394
2.1.7.Càlcul del vas d'expansió de la instal·lació geotèrmica	419
2.1.8.Càlcul del bescanviador geotèrmic.....	430
2.1.9.Càlcul de la potència de la caldera	458
2.1.10.Estudi de viabilitat econòmica.....	459
2.2. CATÀLEGS I COMPONENTS	509
VOLUM II: Plànols, Plec de condicions, Estat d'amidaments i Pressupost	
3.PLÀNOLS.....	512
ÍNDIX DELS PLÀNOLS.....	513
Plànol 1: Situació i emplaçament.....	515
Plànol 2: Vista alçat façana nord.....	516
Plànol 3: Vista alçat façana sud.....	517



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Plànol 4: Vista alçat façana est.....	518
Plànol 5: Vista alçat façana oest.....	519
Plànol 6: Planta de la planta baixa.....	520
Plànol 7: Planta de la planta primera.....	521
Plànol 8: Cotes de la planta baixa.....	522
Plànol 9: Cotes de la planta primera.....	523
Plànol 10: Distribució de calefacció planta baixa.....	524
Plànol 11: Distribució de calefacció planta primera.....	525
Plànol 12: Distribució terra radiant planta baixa.....	526
Plànol 13: Distribució terra radiant planta primera.....	527
Plànol 14: Distribució conductes de fred planta baixa.....	528
Plànol 15: Distribució conductes de fred planta primera.....	529
Plànol 16: Diagrama de procés instal·lació convencional.....	530
Plànol 17: Diagrama de procés instal·lació geotèrmica.....	531
Plànol 18: Diagrama enginyeria zona 1.....	532
Plànol 19: Diagrama enginyeria zona 2.....	533
Plànol 20: Diagrama enginyeria zona 3.....	534
Plànol 21: Diagrama enginyeria zona 1 instal·lació geotèrmica.....	535
Plànol 22: Diagrama enginyeria zona 2 instal·lació geotèrmica.....	536
Plànol 23: Diagrama enginyeria zona 3 instal·lació geotèrmica.....	537
Plànol 24: Instal·lació de la caldera de la instal·lació convencional.....	538
Plànol 25: Instal·lacions safareig i canonades de distribució instal·lació geotèrmica planta baixa.....	539
Plànol 26: Instal·lacions safareig i canonades de distribució instal·lació geotèrmica planta primera.....	540
Plànol 27: Situació bescanviador geotèrmic.....	541
4.PLEC DE CONDICIONS.....	542
ÍNDIX DEL PLEC DE CONDICIONS.....	543
4.1 NORMATIVA.....	545
4.2 MANTENIMENT I POSTA EN MARXA DE LA INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL.....	546



4.2.1 Bomba de circulació.....	546
4.2.2 Manteniment de les unitats terminals (radiadors).....	548
4.2.3 Manteniment de les canonades.....	550
4.2.4 Manteniment de les vàlvules.....	555
4.2.5 Protecció contra el gel i la falta de circulació d'aigua.....	555
4.2.6 Manteniment dels equips de refrigeració.....	557
4.3 FULLS D'ESPECIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL.....	559
4.4 MANTENIMENT I POSTA EN MARXA DE LA INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA.....	582
4.4.1 Manteniment i posta en marxa de la bomba de calor.....	582
4.4.2 Manteniment i posta en marxa de les bombes de circulació.....	584
4.4.3 Manteniment i posta en marxa del terra radiant.....	588
4.4.4 Manteniment i posta en marxa dels fan-coils.....	592
4.4.5 Manteniment de les vàlvules.....	594
4.5 FULLS D'ESPECIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA.....	595
5. ESTAT D'AMIDAMENTS.....	630
ÍNDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS.....	631
5.1 ESTAT D'AMIDAMENTS INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL.....	632
5.1.1 Relació de partides.....	632
5.1.2 Estat d'amidaments per partides.....	633
5.1.2.1 Amidaments de la partida 1: Caldera de gas.....	633
5.1.2.2 Amidaments de la partida 2: Calefacció.....	634
5.1.2.3 Amidaments de la partida 3: ACS.....	635
5.1.2.4 Amidaments de la partida 4: Refrigeració planta baixa.....	636
5.1.2.5 Amidaments de la partida 5: Refrigeració primera planta.....	637
5.2 ESTAT D'AMIDAMENTS INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA.....	638
5.2.1 Relació de partides.....	638



5.2.2 Estat d'amidaments per partides.....	639
5.2.2.1 Amidaments de la partida 1: Bescanviador geotèrmic...	639
5.2.2.2 Amidaments de la partida 2: Climatització.....	640
5.2.2.3 Amidaments de la partida 3: ACS.....	642
6.PRESSUPOST.....	643
ÍNDIX DEL PRESSUPOST.....	644
6.1 PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL.....	646
6.1.1 Preus unitaris.....	646
6.1.1.1 Preus unitaris de la partida 1: Caldera de gas.....	646
6.1.1.2 Preus unitaris de la partida 2: Calefacció.....	647
6.1.1.3 Preus unitaris de la partida 3: ACS.....	648
6.1.1.4 Preus unitaris de la partida 4: Refrigeració planta baixa.....	649
6.1.1.5 Preus unitaris de la partida 5: Refrigeració primera planta.....	650
6.1.2 Pressupost per partides.....	651
6.1.2.1 Pressupost de la partida 1: Caldera de gas.....	651
6.1.2.2 Pressupost de la partida 2: Calefacció.....	652
6.1.2.3 Pressupost de la partida 3: ACS.....	653
6.1.2.4 Pressupost de la partida 4: Refrigeració planta baixa....	654
6.1.2.5 Pressupost de la partida 5: Refrigeració primera planta.	655
6.1.2.6 Resum del pressupost per partides.....	656
6.1.3 Pressupost general.....	656
6.2 PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA.....	657
6.2.1 Preus unitaris.....	657
6.2.1.1 Preus unitaris de la partida 1: Bescanviador geotèrmic.	657
6.2.1.2 Preus unitaris de la partida 2: Climatització.....	658
6.2.1.3 Preus unitaris de la partida 3: ACS.....	660
6.2.2 Pressupost per partides.....	661
6.2.2.1 Pressupost de la partida 1: Bescanviador geotèrmic.....	661
6.2.2.2 Pressupost de la partida 2: Climatització.....	662



6.2.2.3 Pressupost de la partida 3: ACS.....	664
6.2.2.4 Resum del pressupost per partides.....	665
6.2.3 Pressupost general.....	665
6.3 ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA.....	666
6.4 SUBVENCIONS.....	670

INDEX DE TAULES

1 TAULES DE LA MEMÒRIA

Taula 1.1 Consum energia primària (any 2002)
Taula 1.2 Temps previst d'esgotament (anys)
Taula 1.3 Tipus de carbons
Taula 1.4 Hidrocarburs que conté el petroli
Taula 1.5 Definicions en el càlcul de càrregues tèrmiques
Taula 1.6 Definicions en el càlcul de l'energia d'ACS
Taula 1.7 Definicions de les variables emprades en el càlcul de les pèrdues de càrrega
Taula 1.8 Definicions en l'estudi de viabilitat econòmica
Taula 1.9 Descripció de mur exterior
Taula 1.10 Descripció de mur exterior pedra
Taula 1.11 Descripció de mur exterior rajola
Taula 1.12 Descripció de mur exterior rajola i pedra
Taula 1.13 Descripció de sostre teulada casa
Taula 1.14 Descripció del forjat entre plantes
Taula 1.15 Descripció del sòl al terreny
Taula 1.16 Descripció de la finestra menjador sud
Taula 1.17 Descripció de finestra menjador est
Taula 1.18 Descripció de finestra menjador nord
Taula 1.19 Descripció de finestra cuina
Taula 1.20 Descripció de finestra safareig

Taula 1.21	Descripció de finestra bany 1
Taula 1.22	Descripció de finestra habitació matrimoni
Taula 1.23	Descripció de finestra bany 2
Taula 1.24	Descripció de finestra habitació doble 1
Taula 1.25	Descripció de finestra habitació doble 2
Taula 1.26	Descripció de finestra habitació doble 3
Taula 1.27	Descripció de finestra vestidor
Taula 1.28	Descripció de finestra bany 3
Taula 1.29	Descripció de finestra passadís
Taula 1.30	Descripció de finestra escala
Taula 1.31	Descripció de porta entrada
Taula 1.32	Característiques dimensionals de les dependències
Taula 1.33	Resultats del càlcul de les potències de calefacció i refrigeració
Taula 1.34	Energia total mensual de calefacció i ACS en MJ/mes
Taula 1.35	Condicions interiors de disseny
Taula 1.36	Cessió de calor en el focus calent
Taula 1.37	Fonts de calor pel focus fred
Taula 1.38	Valors habituals del COP i PER de diferents bombes de calor, treballant entre 0 i 50 °C
Taula 1.39	Resum de les condicions d'instal·lació d'alguns tipus d'aires condicionats
Taula 1.40	Resum de les característiques d'alguns tipus d'aires condicionats
Taula 1.41	Avantatges i inconvenients de la calefacció per terra radiant
Taula 1.42	Avantatges i inconvenients de la calefacció radiant per efecte Joule
Taula 1.43	Avantatges i inconvenients de la calefacció mitjançant acumulació elèctrica
Taula 1.44	Avantatges i inconvenients de la calefacció per aigua calenta: emissors
Taula 1.45	Avantatges i inconvenients de la calefacció per generadors d'aire calent

Taula 1.46 Avantatges i inconvenients de l'aire condicionat mitjançant bomba de calor
Taula 1.47 Avantatges i inconvenients del refrescament per terra radiant
Taula 1.48 Avantatges i inconvenients de l'aire condicionat per unitats centrals
Taula 1.49 Avantatges i inconvenients de l'aire condicionat per splits
Taula 1.50 Característiques principals bomba de calor CIATESA
Taula 1.51 Característiques principals bomba de calor DUCASA
Taula 1.52 Característiques principals bomba de calor AIRLAND
Taula 1.53 Matriu de decisió bomba de calor geotèrmica
Taula 1.54 Matriu de decisió per al bescanviador soterrat
Taula 1.55 Característiques tècniques polietilè
Taula 1.56 Matriu de decisió pel sistema de calefacció de la instal·lació geotèrmica
Taula 1.57 Nomenclatura dels diferents elements que intervenen en la instal·lació
Taula 1.58 Llistat d'elements de la zona 1
Taula 1.59 Característiques tècniques de la caldera F 30 E
Taula 1.60 Llistat d'elements de la zona 2
Taula 1.61 Característiques principals de la bomba Wilo Star-RS25/4 ClassicStar
Taula 1.62 Llistat d'elements de la zona 3
Taula 1.63 Característiques tècniques de l'equip de refrigeració Strato RSN 40M
Taula 1.64 Característiques tècniques de l'equip de refrigeració Strato RSN 25
Taula 1.65 Codificació i significat dels diferents elements que intervenen a la instal·lació
Taula 1.66 Llistat d'elements presents a la zona 1
Taula 1.67 Característiques polietilè 32
Taula 1.68 Característiques bomba circulació zona 1
Taula 1.69 Llistat d'elements zona 2
Taula 1.70 Dosificació per aconseguir el morter del terra radiant
Taula 1.71 Paràmetres del terra radiant en mode calefacció de la planta baixa

Taula 1.72	Paràmetres del terra radiant en mode calefacció de la primera planta
Taula 1.73	Resum resultats obtinguts pel al terra refrescant a la planta baixa
Taula 1.74	Resum resultats obtinguts pel al terra refrescant a la primera planta
Taula 1.75	Característiques principals dels fan-coils Ciatesa KCN 20
Taula 1.76	Dimensions de les reixetes i dels difussors de la instal·lació
Taula 1.77	Característiques dels aïllaments de les canonades de la zona 2
Taula 1.78	Característiques principals de la bomba Wilo-Stratos ECO-ST 25/1-5
Taula 1.79	Llistat d'elements de la zona 3
Taula 1.80	Característiques del dipòsit d'ACS Saunier Duval BDS 1150 ME
Taula 1.81	Diagrama de Gantt de l'elaboració del projecte

2 TAULES DELS ANNEXES

Taula 2.1	Nivells percentils
Taula 2.2	Condicions ambientals de capitals de província
Taula 2.3	Graus dia anuals i velocitat del vent
Taula 2.4	temperatures exteriors de càlcul
Taula 2.5	Determinació d'OMA i OMD
Taula 2.6	Condicions exteriors de càlcul de l'habitatge
Taula 2.7	Condicions interiors de disseny
Taula 2.8	Condicions interiors de càlcul del menjador
Taula 2.9	Condicions interiors de càlcul de la cuina
Taula 2.10	Condicions interiors de càlcul del rebedor
Taula 2.11	Condicions interiors de càlcul de l'habitació de matrimoni
Taula 2.12	Condicions interiors de càlcul del bany 1
Taula 2.13	Condicions interiors de càlcul del bany 2
Taula 2.14	Condicions interiors de càlcul del safareig
Taula 2.15	Condicions interiors de càlcul de l'habitació doble 1
Taula 2.16	Condicions interiors de càlcul de l'habitació doble 2
Taula 2.17	Condicions interiors de càlcul de l'habitació doble 3
Taula 2.18	Condicions interiors de càlcul del bany 3
Taula 2.19	Condicions interiors de càlcul del vestidor

Taula 2.20	Condicions interiors de càlcul del passadís
Taula 2.21	Condicions interiors de càlcul de l'escala
Taula 2.22	Resum dels càlculs de càrregues tèrmiques
Taula 2.23	Temperatura de l'aigua de la xarxa a Lleida
Taula 2.24	Resultats de la càrrega mensual d'ACS
Taula 2.25	Valor del factor de correcció per salt tèrmic
Taula 2.26	Valor del factor d'ubicació del radiador
Taula 2.27	Taula de l'emissió calorífica per $\Delta T=50K$
Taula 2.28	Resultat del càlcul dels elements dels radiadors
Taula 2.29	Càlcul de la potència real per a la vivenda
Taula 2.30	Temperatures màximes en règim permanent recomanades per superfícies de terra
Taula 2.31	Resultats obtinguts
Taula 2.32	Hipòtesis de temperatures de l'aigua als circuits
Taula 2.33	Metres linials necessaris per m^2 de circuit en funció de la distància de separació entre tubs, i superfície màxima recomanada del circuit en funció de la distància de separació entre tubs i del diàmetre del tub
Taula 2.34	Resultats obtinguts
Taula 2.35	Taula resum dels resultats obtinguts
Taula 2.36	Taula resum dels circuits
Taula 2.37	Valor de C_c per a cada circuit
Taula 2.38	Resultats pèrdues càrrega, metres linials circuit i P_c
Taula 2.39	Resultats obtinguts per al terra refrescant a la planta baixa
Taula 2.40	Resultats obtinguts per al terra refrescant a la primera planta
Taula 2.41	Propietats físiques de l'aigua a 1 bar
Taula 2.42	Variables de disseny per al càlcul de les pèrdues de càrrega
Taula 2.43	Resultats del càlcul del cabal en els radiadors
Taula 2.44	Pèrdues de càrrega contínues als trams de la vivenda
Taula 2.45	Pèrdues de càrrega singuals als trams de la vivenda
Taula 2.46	Pèrdues de càrrega totals de cada tram de la vivenda
Taula 2.47	Pèrdues de càrrega del circuit de la planta baixa

Taula 2.48	Pèrdues de càrrega del circuit de la planta primera
Taula 2.49	Varibales de disseny per al càlcul de les pèrdues de càrrega de la zona 2
Taula 2.50	Diàmetres comercial de canonades de coure de tipus M
Taula 2.51	Pèrdues de càrrega contínues als trams per la zona 2
Taula 2.52	Pèrdues de càrrega singulars per cada tram per a la zona 2
Taula 2.53	Pèrdues de càrrega totals per cada tram per a la zona 2
Taula 2.54	Pèrdues de càrrega per a cada possible camí
Taula 2.55	Pèrdues de càrrega contínues als trams per a la primera planta
Taula 2.56	Pèrdues de càrrega singulars per cada tram per a la primera planta
Taula 2.57	Pèrdues de càrrega totals de cada tram de la primera planta
Taula 2.58	Pèrdues de càrrega per cada possible camí
Taula 2.59	Espessors d'aïllament de referència per a fluid calent en les diferents zones de la instal·lació
Taula 2.60	Espessor d'aïllament de referència per a fluid fred en les diferents zones de la instal·lació
Taula 2.61	Resultats de la correcció de l'espessor de l'aïllament mínim per fluid calent
Taula 2.62	Resultats de la correcció de l'espessor de l'aïllament mínim per fluid fred
Taula 2.63	Gamma de coquilles del fabricant
Taula 2.64	Coquilles seleccionades per a cada tram
Taula 2.65	Velocitats màximes recomanades
Taula 2.66	Secció de sortida d'aire en funció de les dimensions de la reixeta
Taula 2.67	Resultats càlcul xarxa de conductes planta baixa
Taula 2.68	Resultats càlcul xarxa de conductes primera planta
Taula 2.69	Resultats càlcul pèrdua de càrrega de conductes planta baixa
Taula 2.70	Resultats càlcul pèrdua de càrrega de conductes primera planta
Taula 2.71	Pèrdues de càrrega total per cada tram planta baixa
Taula 2.72	Pèrdues de càrrega total per cada tram primera planta
Taula 2.73	Resultats càlcul xarxa de conductes planta baixa

Taula 2.74	Resultats càlcul xarxa de conductes primera planta
Taula 2.75	Resultats càlcul pèrdua de càrrega de conductes planta baixa
Taula 2.76	Resultats càlcul pèrdua de càrrega de conductes primera planta
Taula 2.77	Pèrdues de càrrega total per cada tram planta baixa
Taula 2.78	Pèrdues de càrrega total per cada tram primera planta
Taula 2.79	Volum interior dels tubs emissors més habituals
Taula 2.80	Coefficient d'expansió segons temperatura mitjana màxima de funcionament de la instal·lació
Taula 2.81	Volum interior dels tubs emissors més habituals
Taula 2.82	Resultats obtinguts vas d'expansió zona 1
Taula 2.83	Resultats obtinguts vas d'expansió zona 2
Taula 2.84	Resultats obtinguts vas d'expansió zona 3
Taula 2.85	Materials estàndards del bescanviador soterrat
Taula 2.86	Resultats obtinguts per a l'hivern
Taula 2.87	Resultats obtinguts per a l'estiu
Taula 2.88	Paràmetres comuns a les dues instal·lacions
Taula 2.89	Necessitats energètiques per al mes de Gener
Taula 2.90	Necessitats energètiques per al mes de Febrer
Taula 2.91	Necessitats energètiques per al mes de Març
Taula 2.92	Necessitats energètiques per al mes d'Abril
Taula 2.93	Necessitats energètiques per al mes de Maig
Taula 2.94	Necessitats energètiques per al mes de Juny
Taula 2.95	Necessitats energètiques per al mes de Juliol
Taula 2.96	Necessitats energètiques per al mes d'Agost
Taula 2.97	Necessitats energètiques per al mes de Setembre
Taula 2.98	Necessitats energètiques per al mes d'Octubre
Taula 2.99	Necessitats energètiques per al mes de Novembre
Taula 2.100	Necessitats energètiques per al mes de Desembre
Taula 2.101	Potència necessària mensual de calefacció, refrigeració i ACS
Taula 2.102	Evolució del preu de l'electricitat en els últims 5 anys
Taula 2.103	Evolució del preu del gas en els últims 5 anys

Taula 2.104	Consum elèctric dels diferents elements de la instal·lació convencional
Taula 2.105	Característiques del cremador de gas de la caldera
Taula 2.106	Característiques del gas natural
Taula 2.107	Consum de gas natural
Taula 2.108	Temps de funcionament de la caldera
Taula 2.109	Potència consumida al mes per la caldera de gas per a calefacció
Taula 2.110	Resultats càlcul ACS
Taula 2.111	Potència consumida al mes per la bomba de circulació
Taula 2.112	Temps de funcionament dels equips de refrigeració
Taula 2.113	Potència consumida al mes pels equips de refrigeració
Taula 2.114	Energia elèctrica necessària anual per a cada element
Taula 2.115	Paràmetre de càlcul del cost
Taula 2.116	Previsió del cost total anual de la instal·lació convencional
Taula 2.117	Consum elèctric dels diferents elements de la instal·lació geotèrmica
Taula 2.118	Característiques de la bomba de calor
Taula 2.119	Temps de treball de la bomba de calor, bombes de circulació i ventiladors
Taula 2.120	Energia consumida per la bomba de calor cada mes
Taula 2.121	Energia consumida per les bombes de circulació BH-02, BH-03, BH-04 i els ventiladors
Taula 2.122	Energia consumida per la bomba de circulació BH-05 i la resistència elèctrica
Taula 2.123	Energia elèctrica necessària anual per a cada element
Taula 2.124	Paràmetres de càlcul del cost
Taula 2.125	Previsió del cost total anual de la instal·lació geotèrmica sense subvencions
Taula 2.126	Previsió del cost total anual de la instal·lació geotèrmica amb subvenció del 10%
Taula 2.127	Previsió del cost total anual de la instal·lació geotèrmica amb subvenció del 20%

Taula 2.128 Previsió del cost total anual de la instal·lació geotèrmica amb subvenció del 30%

Taula 2.129 Resum resultats obtinguts amb variabilitat del preu de l'electricitat i del gas

Taula 2.130 Resum resultats obtinguts amb preu electricitat constant i preu gas variable

Taula 2.131 Resum resultats obtinguts amb preu electricitat variable i preu gas constant

4 TAULES DEL PLEC DE CONDICIONS

Taula 4.1 Caldera de gas F 30 E

Taula 4.2 Radiadors SAHARA 700/80

Taula 4.3 Radiadors SAHARA 800/80

Taula 4.4 Radiadors GARDA 1200

Taula 4.5 Radiadors GARDA 2000

Taula 4.6 Tubs multicapa

Taula 4.7 Manòmetre vertical

Taula 4.8 Bomba de circulació

Taula 4.9 Vàlvula de bola o de tall

Taula 4.10 Vàlvula antiretorn

Taula 4.11 Vàlvula de seguretat regulable

Taula 4.12 Vàlvula reductora de pressió

Taula 4.13 Filtre de partícules sòlides

Taula 4.14 Electrovàlvula de 2 vies

Taula 4.15 Centraleta de regulació

Taula 4.16 Reixetes d'impulsió

Taula 4.17 Difusors

Taula 4.18 Conductes d'aire

Taula 4.19 Equip de refrigeració RSN 40M

Taula 4.20 Equip de refrigeració RSN 25

Taula 4.21 Causes d'avaries i solucions

Taula 4.22 Bomba de calor geotèrmica
Taula 4.23 Canonada bescanviador de calor geotèrmic
Taula 4.24 Canonada col·lector geotèrmic
Taula 4.25 Fan-coils
Taula 4.26 Conductes
Taula 4.27 Reixetes
Taula 4.28 Difusors
Taula 4.29 Canonada de coure
Taula 4.30 Canonada terra radiant/refrescant
Taula 4.31 Additiu morter
Taula 4.32 Col·lectors
Taula 4.33 Armari col·lectors
Taula 4.34 Panel aïllant terra radiant/refrescant
Taula 4.35 Film antihumitat
Taula 4.36 Banda perimetral
Taula 4.37 Sonda temperatura exterior
Taula 4.38 Sonda temperatura retorn
Taula 4.39 Sonda anticondensació
Taula 4.40 Termòstat ambient
Taula 4.41 Electrovàlvula 3 vies
Taula 4.42 Vàlvula retenció
Taula 4.43 Electrovàlvula 2 vies
Taula 4.44 Vàlvula de tall
Taula 4.45 Filtre
Taula 4.46 Bomba de circulació
Taula 4.47 Vas d'expansió
Taula 4.48 Manòmetre vertical
Taula 4.49 Vàlvula reductora de pressió
Taula 4.50 Aïllament canonades
Taula 4.51 Centraleta reguladora vivenda
Taula 4.52 Centraleta reguladora bomba de calor

Taula 4.53 Dipòsit bescanviador d'ACS

Taula 4.54 Centraleta reguladora d'ACS

Taula 4.55 Difusors plenum

6 TAULES DEL PRESSUPOST

Taula 6.1 Pressupost general, subvenció i pressupost final de la instal·lació geotèrmica

ÍNDEX DE FIGURES

1 FIGURES DE LA MEMÒRIA

Figura 1.1 Canvis de l'energia procedent del Sol

Figura 1.2 Consum d'energies renovables a Europa (any 2003)

Figura 1.3 Consum d'energies renovables a Catalunya durant l'any 2000

Figura 1.4 Esquema procés diagenètic

Figura 1.5 Torre d'extracció de petroli

Figura 1.6 Derivats del petroli

Figura 1.7 Producció de gas natural en milers de milions de m³ entre 1970 i 2004

Figura 1.8 Repartició de les reserves de gas natural en el 2004

Figura 1.9 Consum de gas natural en milers de milions de m³ entre 1965 i 2004

Figura 1.10 Funcionament de la bomba de calor

Figura 1.11 Bescanviador de calor per aigües subterrànies

Figura 1.12 Bescanviador de calor horitzontal en sèrie i en paral·lel (estil europeu)

Figura 1.13 Bescanviador de calor tipus espiral (estil d'EEUU)

Figura 1.14 Secció dels diferents tipus de bescanviadors de calor en perforacions

Figura 1.15 Bescanviador de calor per a perforacions amb canonada de tipus 1

Figura 1.16 Pilars energètic i tall de pilar amb tres canonades tipus 1

Figura 1.17 Vista façana nord de la vivenda

Figura 1.18 Vista façana sud de la vivenda

- Figura 1.19 Vista façana est de la vivenda
- Figura 1.20 Vista façana oest de la vivenda
- Figura 1.21 Finestra menjador sud
- Figura 1.22 Finestra menjador sud
- Figura 1.23 Finestra menjador est
- Figura 1.24 Finestra menjador est
- Figura 1.25 Finestra menjador nord
- Figura 1.26 Finestra menjador nord
- Figura 1.27 Finestra cuina
- Figura 1.28 Finestra cuina
- Figura 1.29 Finestra safareig
- Figura 1.30 Finestra safareig
- Figura 1.31 Finestra bany 1
- Figura 1.32 Finestra bany 1
- Figura 1.33 Finestra habitació de matrimoni
- Figura 1.34 Finestra habitació de matrimoni
- Figura 1.35 Finestra bany 2
- Figura 1.36 Finestra bany 2
- Figura 1.37 Finestra habitació doble 1
- Figura 1.38 Finestra habitació doble 1
- Figura 1.39 Finestra habitació doble 2
- Figura 1.40 Finestra habitació doble 2
- Figura 1.41 Finestra habitació doble 3
- Figura 1.42 Finestra habitació doble 3
- Figura 1.43 Finestra vestidor
- Figura 1.44 Finestra vestidor
- Figura 1.45 Finestra bany 3
- Figura 1.46 Finestra bany 3
- Figura 1.47 Finestra passadís
- Figura 1.48 Finestra passadís
- Figura 1.49 Finestra escala

- Figura 1.50 Finestra escala
- Figura 1.51 Porta entrada
- Figura 1.52 Porta entrada
- Figura 1.53 Diagrama de confort de l'ASHRAE
- Figura 1.54 Esquema de blocs de les instal·lacions de calefacció
- Figura 1.55 Temperatures de base per al càlcul de salt tèrmic d'un radiador
- Figura 1.56 Distribució de temperatures segons l'alçada per a diferents sistemes de calefacció
- Figura 1.57 Configuració A
- Figura 1.58 Distribució de temperatures A
- Figura 1.59 Configuració B
- Figura 1.60 Distribució de temperatures B
- Figura 1.61 Configuració C
- Figura 1.62 Distribució de temperatures C
- Figura 1.63 Distribució de l'aire per conductes
- Figura 1.64 Calefacció elèctrica per convectors
- Figura 1.65 Acumulador elèctric estàtic
- Figura 1.66 Acumulador elèctric dinàmic
- Figura 1.67 Sistema evaporatiu directe i indirecte
- Figura 1.68 Esquema de la refrigeració per absorció
- Figura 1.69 Esquema de la refrigeració per compressió
- Figura 1.70 Esquema de la bomba de calor
- Figura 1.71 Classificació de les bombes de calor
- Figura 1.72 COP pràctic d'una bomba de calor
- Figura 1.73 Condicionador de finestra
- Figura 1.74 Esquema d'un condicionador de finestra
- Figura 1.75 Interior d'un condicionador d'aire tipus consola, condensació per aigua
- Figura 1.76 Unitat compacta horitzontal. Condensació per aire
- Figura 1.77 Unitat compacta vertical de condensació per aire (esquerra) o per aigua (dreta)



Figura 1.78 Sistema partit

Figura 1.79 Sistema partit amb bomba de calor. Distribució de l'aire per conductes

Figura 1.80 Ventiloinvector o fan-coil vertical

Figura 1.81 Central de tractament d'aire

Figura 1.82 Disposició relativa dels aïllaments i de la massa tèrmica

Figura 1.83 Esquema general d'una instal·lació de refrescament radiant

Figura 1.84 Configuració horitzontal

Figura 1.85 Configuració vertical

Figura 1.86 Esquema hidràulic de principis de la bomba de calor geotèrmica

Figura 1.87 Configuració del bescanviador geotèrmic

Figura 1.88 Característiques tècniques de la bomba de calor

2 FIGURES DELS ANNEXES

Figura 2.1 DpClima: dades generals

Figura 2.2 DpClima: condicions de la ciutat

Figura 2.3 DpClima: definició de zones dins de l'edifici

Figura 2.4 DpClima: pestanya *Identificación* permet definir les característiques del local

Figura 2.5 DpClima: pestanya Distribuciones ocupantes, luces y otras cargas

Figura 2.6 DpClima: estructures constructives definides ja pel programa

Figura 2.7 DpClima: creació de tipus de tancaments no existents a la base de dades del programa

Figura 2.8 DpClima: pestanya per definir les característiques d'un mur exterior

Figura 2.9 DpClima: Pestanya on es defineixen les característiques de les finestres

Figura 2.10 DpClima: Pestanya on es defineixen les característiques del sòl o del sostre

Figura 2.11 Mapa de la temperatura del terreny en funció de la zona climàtica

Figura 2.12 Esquema del radiador Fondital model SAHARA 700/80



- Figura 2.13 Esquema del radiador Fondital model SAHARA 800/80
- Figura 2.14 Esquema del radiador Fondital model GARDA 1200
- Figura 2.15 Esquema del radiador Fondital model GARDA 2000
- Figura 2.16 Temperatura de la superfície del terra en funció de la seva emissivitat tèrmica
- Figura 2.17 Emissió tèrmica del terra en funció del salt tèrmic $T_m - T_a$, i de la distància de separació entre tubs de 16/20
- Figura 2.18 Caiguda de pressió en tuberies de plàstic de 12/16 i de 16/20
- Figura 2.19 Diàmetre comercial del montant de coure en funció del cabal de la instal·lació. (Exterior * espessor de paret)
- Figura 2.20 Resultat diagrama psicromètric
- Figura 2.21 Gràfic de la longitud equivalent
- Figura 2.22 Valors de L_E dels elements més usuals
- Figura 2.23 Esquema de la vivenda amb la designació dels trams
- Figura 2.24 Conducció de distribució d'aire
- Figura 2.25 Sistema de mesura de conductes
- Figura 2.26 Diagrama pel càlcul de conductes circulars
- Figura 2.27 Diagrama pel càlcul de conductes circulars (continuació)
- Figura 2.28 Diagrama de conducció equivalent de secció rectangular
- Figura 2.29 Longitud (m) de tram recte de conducció equivalent a les pèrdues de càrrega de diversos accessoris
- Figura 2.30 Canvis de secció
- Figura 2.31 Sensacions provocades pel moviment de l'aire
- Figura 2.32 Pèrdues de càrrega i nivell sonor de les reixetes
- Figura 2.33 Abast de l'aire impulsat en funció de la reixeta
- Figura 2.34 Dimensions, pèrdues de càrrega, nivell sonor i abast del difusor*
- Figura 2.35 Comparació pèrdues planta baixa amb pressió disponible de l'equip de refrigeració
- Figura 2.36 Comparació pèrdues primera planta amb pressió disponible de l'equip de refrigeració

Figura 2.37 Comparació pèrdues planta baixa amb pressió disponible del fan-coil

Figura 2.38 Comparació pèrdues primera planta amb pressió disponible del fan-coil

Figura 2.39 Pestanya de configuració

Figura 2.40 Pestanya de materials

Figura 2.41 Pestanya de clima i sòl

Figura 2.42 Pestanya de pèrdues de càrrega

Figura 2.43 Pestanya de resultats

Figura 2.44 Vista superior de la configuració vertical 1

Figura 2.45 Exemple 1 configuració vertical

Figura 2.46 Exemple 2 configuració vertical

Figura 2.47 Exemple 3 configuració vertical

Figura 2.48 Configuració escollida

Figura 2.49 Imatge resum selecció de material i dades de la canonada

Figura 2.50 Resum de la selecció del clima, sòl, càrregues tèrmiques, bomba de calor i fluid

Figura 2.51 Pèrdues de càrrega per fricció en canonades

Figura 2.52 Àrea i volum afectat

Figura 2.53 Resultats del programa

Figura 2.54 COP i L vs Temperatura de sortida de l'aigua la bomba de calor a l'hivern

Figura 2.55 COP i L vs Temperatura de sortida de l'aigua de la bomba de calor a l'estiu

Figura 2.56 Necessitats energètiques per al mes de Gener

Figura 2.57 Necessitats energètiques per al mes de Febrer

Figura 2.58 Necessitats energètiques per al mes de Març

Figura 2.59 Necessitats energètiques per al mes de Abril

Figura 2.60 Necessitats energètiques per al mes de Maig

Figura 2.61 Necessitats energètiques per al mes de Juny

Figura 2.62 Necessitats energètiques per al mes de Juliol

- Figura 2.63 Necessitats energètiques per al mes de Agost
- Figura 2.64 Necessitats energètiques per al mes de Setembre
- Figura 2.65 Necessitats energètiques per al mes de Octubre
- Figura 2.66 Necessitats energètiques per al mes de Novembre
- Figura 2.67 Necessitats energètiques per al mes de Desembre
- Figura 2.68 Potència tèrmica necessària de la vivenda
- Figura 2.69 Evolució del preu de la llum
- Figura 2.70 Evolució del preu del gas en els últims 5 any
- Figura 2.71 Gràfic comparatiu energia elèctrica necessària per cada element
- Figura 2.72 Gràfic comparatiu energia elèctrica necessària per cada element
- Figura 2.73 Cost total instal·lacions sense subvenció en la geotèrmica
- Figura 2.74 Cost total instal·lacions amb subvenció del 10% en la geotèrmica
- Figura 2.75 Cost total instal·lacions amb subvenció del 20% en la geotèrmica
- Figura 2.76 Ampliació dels 10 primers anys de la Figura 2.75
- Figura 2.77 Cost total instal·lacions amb subvenció del 30% en la geotèrmica
- Figura 2.78 Cost total instal·lacions sense subvenció en la geotèrmica amb preu electricitat constant
- Figura 2.79 Cost total instal·lacions amb subvenció del 10% en la geotèrmica i preu electricitat constant
- Figura 2.80 Cost total instal·lacions amb subvenció del 20% en la geotèrmica amb preu electricitat constant
- Figura 2.81 Cost total instal·lacions amb subvenció del 30% en la geotèrmica amb preu electricitat constant
- Figura 2.82 Cost total instal·lacions amb variabilitat en el preu de l'electricitat del 2% i constant el preu del gas
- Figura 2.83 Cost total instal·lacions amb variabilitat en el preu de l'electricitat del 4% i constant el preu del gas
- Figura 2.84 Cost total instal·lacions amb variabilitat en el preu de l'electricitat del 6% i constant el preu del gas



1

MEMÒRI A



INDEX DE LA MEMÒRIA

ÍNDIX DE LA MEMÒRIA	2
1.0 INTRODUCCIÓ	4
1.0.1 Energies renovables	7
1.0.2 Combustibles fòssils	10
1.0.3 Energia geotèrmica	25
1.1 OBJECTE DEL PROJECTE	35
1.2 ABAST	36
1.3 ANTECEDENTS	37
1.4 NORMES I REFERÈNCIES	38
1.4.1 Disposicions legals i normes aplicades	38
1.4.2 Bibliografia	38
1.5 DEFINICIIONS I ABREVIACIONS	41
1.5.1 Definicions	41
1.5.2 Abreviacions	43
1.6 REQUISITS DE DISSENY	45
1.6.1 Requisits generals del projecte	45
1.6.2 Descripció arquitectònica de la vivenda	45
1.6.3 Descripció dels tancaments	48
1.6.4 Característiques dimensionals de les dependències	68
1.6.5 Necessitats energètiques de l'habitatge	69
1.7 ANÀLISI DE SOLUCIONS ADOPTADES	71
1.7.1 La sensació tèrmica	71
1.7.2 Camps de benestar	72
1.7.3 Sistemes de calefacció	74
1.7.4 Sistemes de refrigeració	103
1.7.5 Selecció del tipus d'instal·lacions de climatització	140
1.8 DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	170
1.8.1 Descripció general de la instal·lació convencional	170



1.8.2 Descripció general de la instal·lació geotèrmica.....	184
1.9 PLANIFICACIÓ.....	218
1.9.1 Definició de les tasques.....	218
1.10 CONCLUSIONS.....	221
1.11 AGRAÏMENTS.....	222



1.0 INTRODUCCIÓ

Al llarg de la història, tot el desenvolupament tècnic, social i econòmic de l'home s'ha basat en l'obtenció d'energia. El vent, l'aigua, el sol, la biomassa (que inclou la fusta, les plantes de creixement ràpid o la resta d'animals) i més recentment el carbó, el petroli, el gas natural o l'urani (per l'energia nuclear) han servit com a base del progrés humà.

Des de la Revolució Industrial, que va començar al segle XVIII, el consum d'energia ha augmentat a passos de gegant i, en els últims anys, la tendència segueix creixent un 2% de mitjana cada any.

Precisament amb l'arribada de la Revolució Industrial, les fonts d'energia fòssils van imposar-se a les tradicionals degut a la gran quantitat de recursos, la seva facilitat d'extracció i el baix cost d'aquests per la seva abundància. Aquesta tendència ha continuat fins als nostres dies, però en les últimes dècades, una creixent preocupació sobre el medi ambient i l'alt desenvolupament econòmic, industrial i social experimentat han posat en dubte el sistema actual

Actualment el 85% de l'energia consumida en l'actualitat a nivell mundial prové dels combustibles fòssils (carbó, petroli i gas natural). Aquest consum es distribueix tal com es mostra en la Taula 1.1.

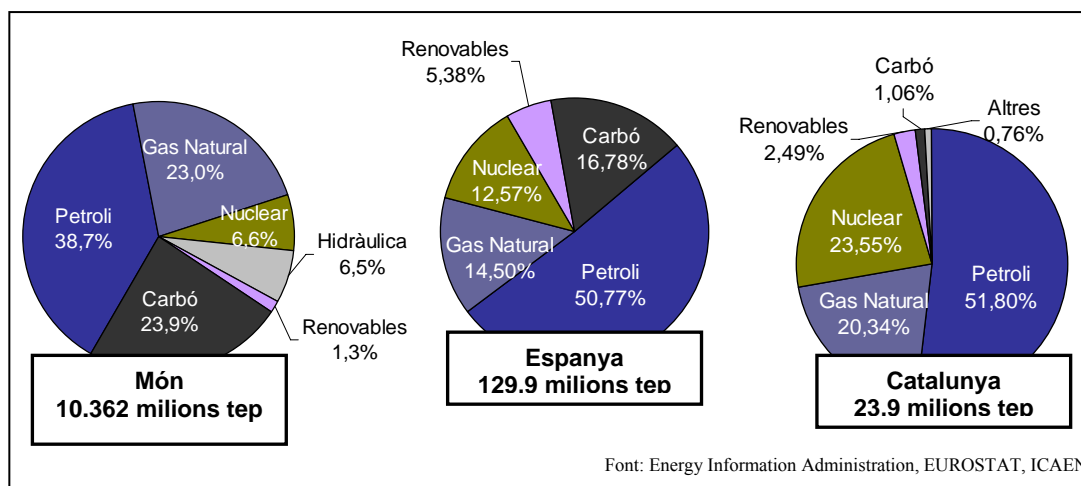
El petroli s'ha convertit en el recurs estrella, actualment és el referent energètic mundial i alguns sectors com el dels transports, depenen quasi totalment d'ell. El segueixen el carbó i el gas natural (pel que a combustibles fòssils es refereix) i la nuclear. Però entre tots, són responsables del 80% del diòxid de carboni que s'emet cada any a l'atmosfera, del que deriva la contaminació, l'efecte hivernacle i el calentament del planeta (tots ells problemes comportats per les energies fòssils). A aquests problemes ambientals cal sumar l'encariment dels recursos, degut a la concentració de les reserves en



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



determinades zones, fet que va comportar la primera (1973) i la segona (1980) crisis del petroli.



Taula 1.1. Consum energia primària (any 2002)

El consum d'energia mostrat a la Taula 1.1 pertany a fonts d'energia convencionals, reserves energètiques limitades i, per tant, esgotables. A pesar d'això, a l'actualitat, es consumeix aquests recursos amb un ritme frenètic: 100.000 cops més ràpid que la seva velocitat de formació. Segons els càlculs realitzats amb el ritme de consum actual, es poden preveure els anys de vida dels combustibles fòssils tal i com mostra la Taula 1.2.

La situació, per tant és insostenible i necessita solucions de caràcter immediat. Es tracta de produir i utilitzar l'energia de manera que es sustenti el desenvolupament humà sense perjudicar el medi ambient ni hipotecar les reserves per generacions futures.

Per aconseguir aquest objectiu, s'ha impulsat una sèria de mesures que aposten per la utilització de fonts energètiques renovables: el sol, el vent, la matèria orgànica, l'aigua, i el calor terrestre. Totes constitueixen reserves energètiques amb caràcter il·limitat i amb una capacitat natural de regeneració.

Aquest nou canvi comportaria una reducció de l'ús de combustibles fòssils, i per tant una menor emissió de gasos perjudicials per la capa d'ozó.



	TIPUS D'HIPÒTESI	
	Optimista	Pessimista
Petroli	50	40
Carbó	250	200
Energia Nuclear	90	70
Gas Natural	80	60

Taula 1.2. Temps previst d'esgotament (anys)

El Protocol de Montreal

Per tal de reduir i regular les emissions de gasos perjudicials per la capa d'ozó, l'any 1987 a Montreal, es va realitzar un acord internacional adoptat per la Comunitat Econòmica Europea (avui Unió Europea) i 24 països més. Aquest acord va entrar en vigor l'1 de gener de 1989, tot i que ha estat sotmès a revisions periòdiques que han modificat el seu contingut i els terminis a complir.

El Protocol de Kyoto

L'any 1997 es va firmar el protocol segons el qual es regulen les emissions de gas CO₂ i altres gasos no especificats en el Protocol de Montreal i que també són perjudicials per la capa d'ozó i l'efecte hivernacle. El protocol va ser ratificat per 39 països de tot el món (alguns d'ells en procés de transició cap a una economia de mercat).

Els objectius són de reduir, en un termini entre l'any 2008 i 2012, les emissions de gasos d'efecte hivernacle a un nivell inferior en no menys del 5% al de 1990. Aquesta reducció es podrà realitzar de forma individual o en conjunt. Es concedirà major flexibilitat en els terminis i objectius dels països que estan en una transició a una



economia de mercat. Espanya, inclosa dins del conjunt de la Unió Europea, reduirà les seves emissions fins al 92% del nivell de l'any 1990.

Tot i la bona voluntat dels països integrats, el fet que no es prevegin sancions per l'incompliment de l'esmentat document, no garanteix l'eficàcia del mateix ni la seva utilitat. Així doncs, encara falta molt camí per aconseguir regular les emissions de gasos d'efecte hivernacle, i això passa per la utilització d'energies renovables.

1.0.1 Energies renovables

Les fonts d'energia renovables són aquelles que procedeixen del flux d'energia que rep contínuament la Terra, que tenen el seu origen en el Sol (encara que en molts casos existeixi una certa contribució dels camps gravitatoris terrestre i llunar) i que són inesgotables a nivell humà.

Encara que el 30% de l'energia procedent del Sol es reflexa a l'atmosfera terrestre, el 70% restant la traspasa experimentant o no canvis en les seves característiques. Això dona lloc a diferents fonts renovables d'energia, on les fonts de captació i aprofitament són ben diferents (veure Figura 1.1).

L'energia que travessa l'atmosfera sense experimentar canvis sensibles, s'anomena **energia solar**, sent la que proporciona als éssers vius llum i calor.

La diferent distribució de l'energia solar a l'atmosfera influeix en el moviment de les masses d'aire. Quan l'aire es calenta tendeix a pujar i és ràpidament substituït per aire més fred, fenomen que constitueix l'origen dels vents. D'aquesta manera, l'**energia eòlica** és una forma indirecta de l'energia solar i, per tant, de naturalesa renovable.

Una altra part de l'energia solar que penetra l'atmosfera l'absorbeixen les plantes pel seu creixement, que l'emmagatzemen en forma d'energia química. Aquest és el primer

esglaó del que es coneix com **energia de la biomassa**, que s'estén posteriorment a tots els éssers vius e inevitablement està continguda als diferents tipus de residus orgànics que es generen. Es pot utilitzar directament, mitjançant la combustió, per produir calor o electricitat. O també es pot transformar per obtenir biogas, biodièsel o bioetanol (per al transport).

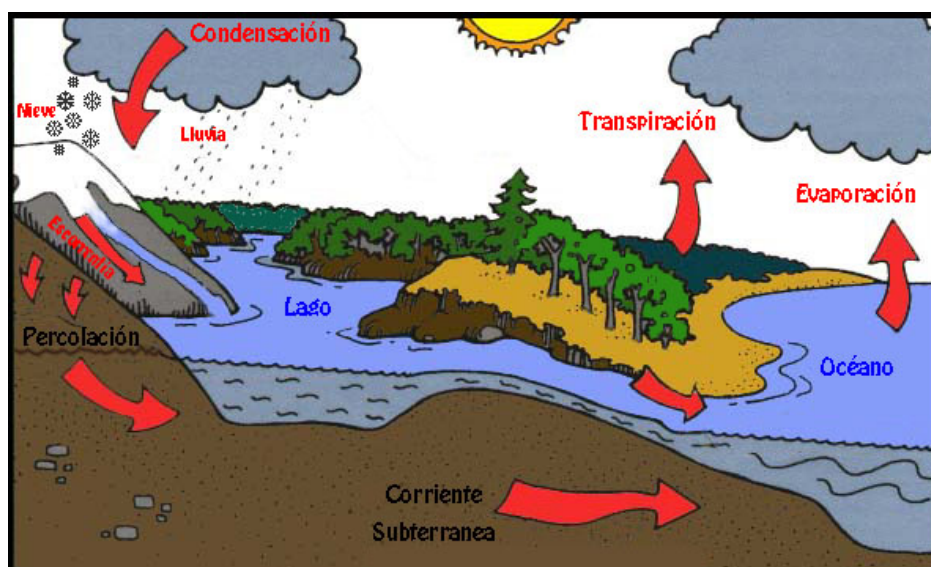


Figura 1.1.Canvis de l'energia procedent del Sol

L'energia continguda en l'interior de la Terra o **energia geotèrmica** té també el seu origen remot al Sol. Molts cops es considera aquesta font d'energia com no renovable, donat que no és degut al flux energètic continu procedent de l'exterior de la Terra. A pesar d'això, la continua dissipació de la mateixa deguda, entre altres raons, a la fricció de les roques internes de l'escorça terrestre, fa que el flux es pugui considerar pràcticament inesgotable, pel que s'estudia com a font renovable en diverses ocasions.

Quan l'aigua del mar absorbeix l'energia solar, s'evapora i passa a l'atmosfera. Després de cert temps, torna a caure en forma líquida o sòlida, acumulant-se a diferents altures sobre la terra. L'energia potencial que posseeixen aquestes masses d'aigua situades sobre una certa altura es transformen amb energia cinètica al precipitar-se aigua cap a



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



zones més baixes. A aquest tipus d'energia s'anomena **energia hidràulica** i es tracta, evidentment, d'una font renovable d'origen solar.

Finalment, l'acció sobre els oceans de les forces gravitacionals de la lluna, del calor solar i dels vents originen, respectivament, tres manifestacions de **l'energia del mar**: marees, gradients tèrmics i onades que, degut als fenòmens implicats, es poden considerar energies renovables.

El 5,5% del consum energètic de la Unió Europea procedeix, actualment de fonts renovables (Figura 1.2). El seu objectiu és aconseguir un 12% per l'any 2010. En aquest panorama europeu, Espanya, amb tecnologies punteres i molts projectes en curs, ocupa en aquests moments el sisè lloc d'Europa en el referent a la utilització d'energies netes, com alternativa a les tradicionals.

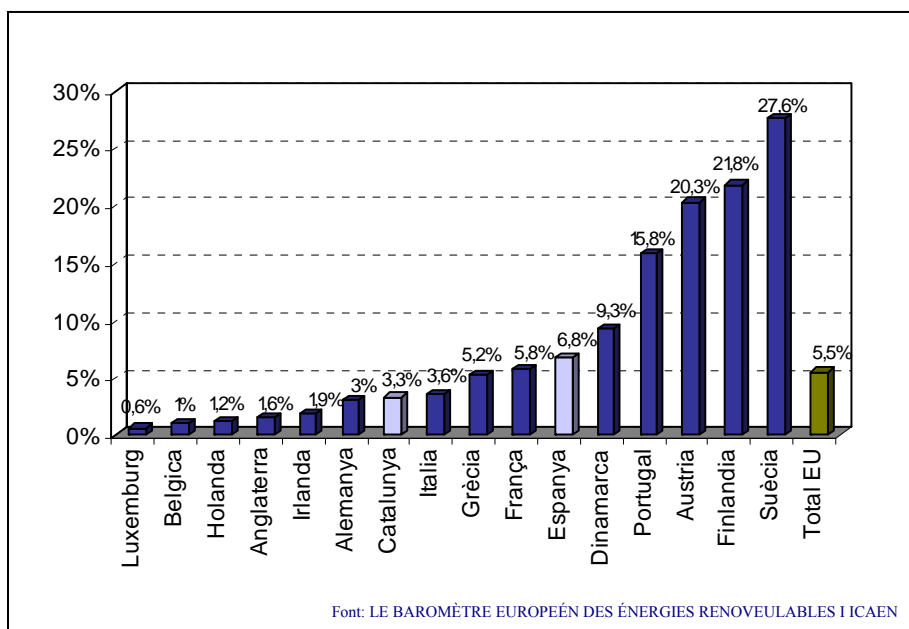


Figura 1.2. Consum d'energies renovables a Europa (any 2003)



1.0.1.1 Estat actual de les energies renovables a Catalunya

El consum d'energies renovables a Catalunya l'any 2003 va aportar el 3,3% del balanç d'energia primària, l'equivalent de més de 622.000 tones de petroli. Més de la meitat d'aquesta aportació, va correspondre a l'energia hidràulica que és, de totes les fonts renovables, la més madura. Aquesta mateixa maduresa fa que la majoria dels aprofitaments factibles per motius econòmics, socials i/o ambientals, ja s'hagin dut a terme.

La segona font en importància prové de la valoració energètica dels Residus Sòlids Urbans. Aquest fet no ha d'estranyar ja que Catalunya ha estat pionera a l'Estat espanyol en instrumentar sistemes de tractament finalista dels RSU, que incorporen la valoració energètica com a part del procés de recuperació de valor d'aquests residus.

Finalment, la tercera font renovable en ordre d'importància és la biomassa de llenya present de manera tradicional en el món agrari i igualment utilitzada de manera generalitzada pel propi sector de transformació de la fusta.

La resta de formes renovables d'energia també són presents en el balanç d'energia primària i, tot i no fer una aportació destacada, sí que han permès desenvolupar un sector que té la preparació tècnica i gestió suficient per afrontar l'enlairament definitiu de les energies renovables. El consum d'energies renovables a Catalunya es reflexa clarament en la Figura 1.3.

1.0.2. Combustibles fòssils

Els combustibles fòssils (carbó, petroli, gas) han estat els grans protagonistes del progrés des de la Revolució Industrial fins als nostres dies. D'ells depèn la major part de



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



la indústria i el transport en l'actualitat. Un combustible fòssil està compost per les restes d'organismes que van viure fa milions d'anys. Són, en definitiva, una acumulació d'energia solar, perquè les plantes converteixen la radiació que ve del Sol en biomassa, gràcies a la fotosíntesi. Aquests combustibles han permès un avanç sense precedents en la història humana, però són fonts d'energia no renovables. Això significa que quantitats que han tardat en formar-se milers o milions d'anys es consumeixen en minuts i les reserves d'aquests combustibles van disminuint a un ritme creixent.

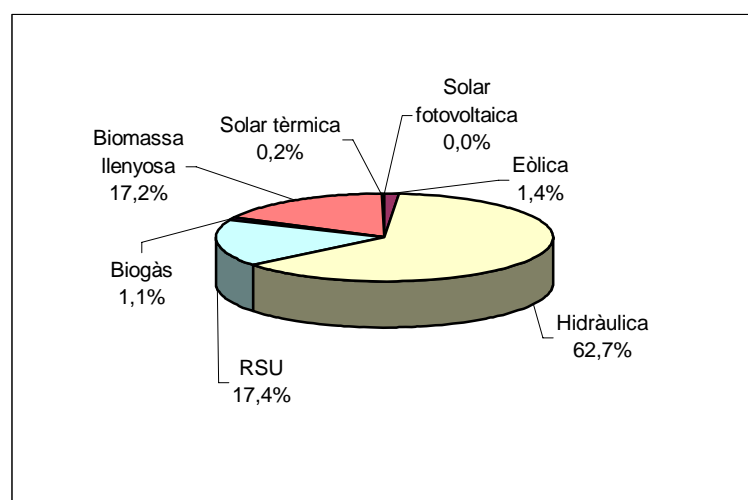


Figura 1.3. Consum d'energies renovables a Catalunya durant l'any 2000

Actualment, el 85% de l'energia comercial que es fa servir al món prové dels combustibles fòssils, (tal i com es pot veure en la Taula 1.1), els quals produeixen greus problemes de contaminació i accentuen l'efecte hivernacle ja que emeten CO₂ i altres gasos. Però malgrat aquests problemes, no es pot deixar d'utilitzar-los fins que no es tinguin uns substituents adequats, ja que sinó la societat es paraltaria.

Totes les previsions indiquen que, en un futur proper, l'energia primària més utilitzada continuarà essent la procedent de combustibles fòssils. Algunes previsions apunten que al 2020 el 90% de la producció mundial es basarà en aquests compostos, pel que serà més difícil, si no es canvia l'actual situació, disminuir les emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera.

Impactes provocats pels combustibles fòssils

La generació d'energia mitjançant la crema de combustibles fòssils genera impactes en les diferents fases de la seva obtenció. Durant la fase d'extracció es detecta un augment considerable de la quantitat de sòlids en suspensió en l'aire al voltant de les zones d'extracció, degut a l'activitat minera. Les modificacions en el medi físic també són molt habituals, així com la contaminació química de les aigües, especialment en les refineries.

Durant el seu transport les canalitzacions per a traslladar els hidrocarburs fins al centre de tractament poden provocar el vessament accidental al sòl i els dipòsits mòbils o cisternes, que persegueixen la mateixa finalitat poden també vessar el seu contingut accidentalment en el medi marí o en carretera.

La construcció de les infraestructures necessàries per a dur a terme tot el procés d'obtenció d'energia, des que s'extreu del medi natural fins que es consumeix en els diferents punts de distribució implica tota una sèrie d'alteracions del paisatge, que acaben generant un gran impacte estètic o visual.

No obstant, tots aquests impactes relativament petits no són res en comparació als generats durant la fase de funcionament de les centrals tèrmiques amb font de carbó o petroli. Alguns dels més significatius són els següents:

1) Emissió i generació de contaminants, tals com:

- Partícules no cremades
- Diòxid de sofre
- Òxids de nitrogen
- Monòxid de carboni
- Cendres



- 2) Contaminació tèrmica de les aigües superficials, en evacuar les aigües del procés directament a la xarxa natural, a unes temperatures que inhibeixen la vida aquàtica en un radi més o menys gran, al voltant del punt de sortida.
- 3) La quantitat de CO₂ que s'està emetent a l'atmosfera al cremar els combustibles fòssils. Aquest gas té un important efecte hivernacle i es podria estar provocant un escalfament global de tot el planeta amb canvis en el clima que podrien ser catastròfics.

Un altre impacte negatiu associat a la crema de combustibles fòssils és la pluja àcida, en el cas del carbó per la producció d'òxid de sofre i en el cas del petroli i el gas natural, per la producció d'òxids de nitrogen.

Altres efectes significatius són la contaminació del sòl, per ser el receptor final dels contaminants abocats tant al medi hídic com al medi atmosfèric, els sorolls i les vibracions, provocats per l'activitat de la central, l'impacte durant el transport de l'energia produïda fins als diferents punts de consum. Els impactes ambientals derivats de les línies elèctriques d'alta tensió són encara avui dia motiu de disputa entre els diferents grups socials implicats.

Problemàtica associada als recursos naturals no renovables utilitzats: carbó i petroli. Les pautes de comportament consumistes de l'Estat del Benestar, que confonen un nivell de vida elevat amb una constant despesa de productes, provoquen una disminució en els estocs de moltes matèries primeres que el medi és incapaç de restituir. Aquests productes són anomenats recursos no renovables, perquè el medi ha trigat milions d'anys a produir-los i a mesura que es consumeixen s'esgoten inevitablement les seves reserves.

Per a tenir una idea més clara de les característiques i utilitats dels combustibles fòssils més emprats en la nostra societat a continuació es mostra una mica d'informació sobre ells.



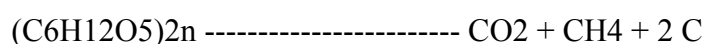
El carbó

Els carbons són roques fosques originades per la diagènesi ¹ de masses vegetals dipositades en àrees pantanoses, lacustres o deltaïques, fora de l'acció oxidant de l'atmosfera. La seva formació comprèn l'alternança en el temps de dos tipus de processos:

- Gran desenvolupament de la vegetació.
- Posterior enfonsament de la conca sedimentària i dipòsit de materials detrítics que sotserren les restes vegetals i formen amb elles un estrat.

Aquestes restes vegetals sofriran un procés de diagènesi en augmentar la pressió i la temperatura. Per altra banda presenten una sèrie d'alteracions químiques gràcies a l'acció de bacteris anaeròbics consistents en un enriquiment progressiu en àtoms de carboni (carbonització): transformen les molècules orgàniques (fonamentalment cel·lulosa i lignina) en carboni i subproductes com el CO₂ i CH₄.

Bacteris anaeròbics



Lignina , cel·lulosa -----Metà ----Carbó

Aquest procés bioquímic es completarà amb un altre de geològic, la maduració, consistent en una compactació, pèrdua d'aigua i expulsió de les substàncies volàtils que

¹ diagènesi (Segons el Gran Diccionari de la Llengua Catalana)

f1 METEOR Conjunt de canvis produïts en els estrats del mantell de neu a causa de noves deposicions.

2 PETROG Conjunt de canvis fisicoquímics soferts pels sediments, sense alteració de llur composició mineralògica, des que es dipositen fins que formen una roca coherent.



s'havien format prèviament. La maduració seria afavorida per factors com la pressió, temperatura creixent i temps transcorregut.

Es poden diferenciar diversos tipus de carbó com:

	<i>%Carbó</i>	<i>Poder Calorífic (cal/g)</i>
Fusta	49,64	3.000-4.500
Torba	55,44	4.500-6.000
Lignit	72,95	6.000-7.000
Hulla	84,24	7.000-8.000
Antracita	93,50	>8.000

Taula 1.3. Tipus de carbons

Des de la fusta a l'antracita hi ha un augment progressiu de la proporció de C (a compte d'una pèrdua dels elements volàtils com H, N, i O) i també un augment del seu poder calorífic. Els diferents carbons es troben a la natura lligats a l'edat dels materials: tindran més proporció de carboni quan més antics siguin. Aquesta proporció es pot veure a la Taula 1.3. Així les torbes són dipòsits del quaternari, els lignits secundaris i terciaris, mentre que hules i antracites són de l'era primària, fonamentalment del període Carbonífer.

- **La torba** és poc rica en carboni (55%), és lleugera i de color marró, formada fonamentalment per briòfits (*Sphagnum*) i coneguda únicament als dipòsits actuals (torberes o tremedals). Combustió molt mediocre.
- **El lignit** (70-75% de C) és de color marró fosc, sense brillantor i amb restes vegetals que es poden reconèixer. Segueix essent mal combustible, encara que s'utilitza en algunes centrals tèrmiques.
- **L'hulla** (85% de C) és negra i té un alt poder calorífic. És molt usada, per exemple en les plantes de producció d'energia. Està impregnada de substàncies bituminoses de la destil·lació de les quals s'obtenen interessants hidrocarburs aromàtics i un tipus de carbó molt utilitzat en siderúrgia



anomenat coque, però també conté elevades quantitats de sofre que són font molt important de contaminació de l'aire.

El carbó és un combustible d'un alt poder calorífic i un dels més abundants (es calculen reserves per a 220 anys amb l'actual ritme de consum), però també és el més brut, i com que té un alt contingut en sofre, quan es crema expulsa una gran quantitat de SO_2 per la qual cosa és el principal causant de la pluja àcida. D'altra banda, les mines generen grans runams ("escorias") formats per estèrils² que ocupen molt de terreny i produeixen un gran impacte paisatgístic, la contaminació de l'aire per la producció de grans núvols de pols i la contaminació de les aigües superficials i subterrànies per lixiviats³.

Els majors dipòsits de carbó estan a Amèrica del Nord, Rússia i Xina, encara que també es troba en quantitats considerables en algunes illes de l'Àrtic, Europa Occidental, Índia, Àfrica del Sud, Austràlia i la zona est d'Amèrica del Sud. Segons la profunditat a què es troben els sediments de carbó, es poden portar a terme explotacions a cel obert o mines.

Les primeres són més econòmiques, però el seu impacte ambiental i paisatgístic és major, ja que afecten grans extensions de terrenys. L'actual legislació dels països desenvolupats obliga les companyies a dur a terme restauracions un cop finalitzada l'explotació.

El més normal sol ser que a mesura que va deixant una zona buida en extraure el carbó, l'omplen i reforesten perquè no queden a la vista els grans forats, les terres remogudes i les acumulacions de materials. També és molt important controlar i depurar l'aigua de lixivació, és a dir l'aigua que, després de xopar o recórrer les acumulacions de mineral

² qualsevol producte de l'extracció diferent del carbó

³ Lixiviació [de lixiviar] (Segons el Gran Diccionari de la Llengua Catalana)

PEDOL Procés que consisteix en la migració descendent d'elements solubles, originada per l'aigua de pluja.



surt de la zona de la mina i flueix cap als rius o els voltants. Aquesta aigua va carregada de materials contaminants.

Si el jaciment es troba a més profunditat caldrà perforar una mina, cosa que augmenta els costos econòmics i socials, ja que augmenten els riscos, per causa del col·lapse de les galeries i de les explosions, amb la qual cosa es provoquen, a més a més, moltes malalties derivades com per exemple la silicosi.

El petroli

El petroli és un líquid fosc que desprèn una forta olor i és més lleuger que l'aigua marina. Tot i que no és un mineral o una roca en el sentit estricte, està íntimament associat a roques sedimentàries detrítiques. No forma estrats, sinó que es troba omplint els porus o fractures d'aquestes roques, de manera semblant com ho fan les aigües subterrànies.

Tot i que la paraula petroli (Oli de pedra) ens fa pensar en una substància eminentment líquida, realment és una barreja de substàncies sòlides, líquides i gasoses que pertanyen al grup dels hidrocarburs constituïts fonamentalment per C i H però on poden apareixen quantitats variables de N, O i S. A la Taula 1.4. es poden observar els principals tipus d'hidrocarburs que conté el petroli.

Estat físic	Exemples
Gasós	Metà, butà
Líquid	Benzè
Sòlid	Resines

Taula 1.4 Hidrocarburs que conté el petroli



Origen del petroli

El petroli s'origina a les conques marines poc profundes on proliferen grans quantitats de plàncton, conjunt d'organismes microscòpics que viuen en suspensió a les capes superficials del mar. Quan moren els microorganismes, s'acumula una gran quantitat de matèria orgànica que queda entre el fang del fons de la conca sedimentària. Si aquests organismes romanen massa temps sobre el fons marí sofriran un procés d'oxidació. Altrament, si queden fora del contacte amb l'oxigen dissolt a l'aigua marina en ser soterrats per un sediment inorgànic impermeable sofrirà un procés diagenètic en condicions d'anaerobiosi on participa l'augment de pressió i temperatura juntament amb l'acció de bacteris anaerobis que transformen la matèria orgànica en hidrocarburs. L'esquema mostrat en la Fig. 1.4 resumeix aquest procés complex:

En una primera fase, que té lloc alhora que la compactació i litificació del sediment, els bacteris degraden els principis immediats dels organismes vius amb els quals s'alimenten, i transformen els residus en una substància insoluble orgànica amb estructures cícliques que rep el nom de querogen i que constitueix la matèria prima del petroli. El petroli en si, es produeix per la transformació dels àcids grassos del querogen que es transformen en hidrocarburs pesats que posteriorment en un procés de maduració es trenquen i originen hidrocarburs líquids i gasosos.

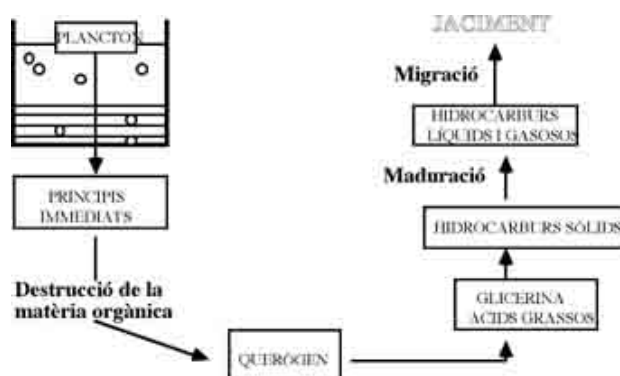


Figura 1.4 Esquema procés diagenètic



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Una vegada formats els hidrocarburs a l'interior del sediment i la seva transformació al llarg de la diagènesi poden succeir dues coses:

a) *Que el petroli es queda a l'interior de la roca o sediment on es va formar (roca mare) que normalment és impermeables i de textura fina.* Són les anomenades pissarres bituminoses, l'explotació comercial de les quals no és massa rentable, ja que cal realitzar processos d'excavació, trituració i destil·lació de grans quantitats de roques fins a poder obtenir petroli líquid. Es tracta de processos que requereixen una gran quantitat d'aigua i generen una gran quantitat de residus rocosos (gran impacte ecològic). Els jaciments més importants de l'Estat Espanyol es troben a Puertollano (Ciudad Real)

b) *Migració del petroli.* Si la roca mare queda soterrada a gran profunditat és molt possible que el petroli s'escapi, per causa de la forta compactació, cap a zones superiors fins un altre material de major porositat i permeabilitat que rep el nom de roca magatzem, la qual està limitada per roques impermeables que aturen la migració formant les anomenades trampes petrolíferes que poden correspondre a geometries molt diverses i estan associades a plecs, fractures, etc. El petroli no és troba en un determinat tipus de roca sinó que impregna qualsevol roca que sigui prou porosa (fonamentalment gresos i calcàries de gra gruixut). A més del petroli també trobem en aquestes roques, metà (a sobre del petroli) i aigua salada (a sota del petroli) provinents del seu procés de formació.

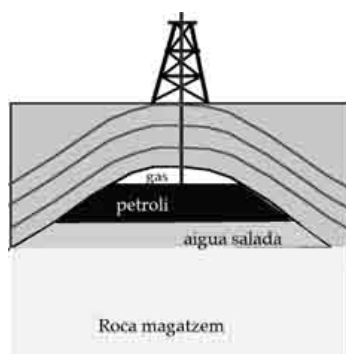


Figura 1.5 Torre d'extracció de petroli



El petroli s'extreu en forma de cru, es pot veure una torre d'extracció de petroli a la Figura 1.5, format per una mescla d'hidrocarburs gasosos, líquids i sòlids, que no té cap aplicació directa. Per tant, per a la seva aplicació ha de passar per un seguit de processos de refinació, coneguts amb el nom de destil·lació fraccionada, en els quals es va pujant la temperatura per separar les diferents fraccions de menor a major punt d'ebullició. En primer lloc se separen els productes gasosos (metà, età, butà, etc.) i tot seguit els líquids (gasolina, nafta, querosè, etc.), de manera que finalment queden dipositats els sòlids (quitrans i betums). Aquest procés es pot veure a la Figura 1.6. Els hidrocarburs que s'obtenen així encara no són aptes per al consum i hauran de sotmesos a més tractaments.

El petroli es transporta a través dels coneguts oleoductes, però la forma més habitual són els grans petroliers, que presenten un elevat risc d'accidents, amb conseqüències d'enormes dimensions (per exemple, el naufragi del petrolier Prestige). Com que és més lleuger que l'aigua, si es produeix una fuga es pot estendre per les superfícies marines, de forma que impedeix l'entrada d'oxigen i elimina tota vida existent (marees negres). Altres riscos provocats pel seu ús són els derivats de la combustió, que incrementen la pol·lució desprenen grans quantitats de CO₂ a l'atmosfera.

La problemàtica principal associada al petroli prové dels abocaments de cru al medi marí com a conseqüència de diferents fonts: l'extracció del cru, els accidents dels petroliers, els vessaments o les explosions dels tancs on s'emmagatzema, etc.

El fenomen és puntual però el seu impacte és molt persistent. Al ser una substància hidròfoba té tendència a estendre's per la superfície hídrica, enlloc d'agafar profunditat. En les 48h posteriors a un vessament s'haurà volatilitzat el 50% dels components del cru (les fraccions més lleugeres). Un altre tant % s'incorporarà també a l'atmosfera arrossegada per l'aerosol marí. De la resta, una part es dissoldrà al medi i l'altra es mantindrà en suspensió formant una emulsió que servirà com a font d'alimentació per a determinats tipus d'organismes o acabarà sedimentant o degradant-se, en el millor dels casos.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



A nivell general però, els efectes sobre l'ecosistema marí depenen de molts factors, des del tipus d'oli (cru o refinat), fins a condicions climatològiques (època de l'any, règim de precipitacions, temperatura, etc.). No obstant, els hidrocarburs orgànics volàtils després del vessament eliminen un gran nombre d'organismes aquàtics ja des del primer moment, especialment les formes larvàries que són més vulnerables.



Figura 1.6 Derivats del petroli

La pel·lícula formada per l'emulsió que resta a la superfície podrà generar puntualment



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



una variació en les característiques del medi en eutrofitzar les aigües i impedir el pas de llum. A més a més, s'adherirà a les plomes dels ocells i a la pell dels mamífers marins dificultant la seva mobilitat i entorpint el seu aïllament tèrmic.

El gas natural

El gas natural prové de la fermentació de la matèria orgànica acumulada entre els sediments. Es compon d'una barreja d'hidrogen, metà, butà, propà i d'altres gasos en proporcions variables. Es troba sota terra, sotmès a grans pressions, en forma de gas natural pur o formant part d'un pou de petroli. Els principals productors de gas natural es poden veure a la Figura 1.7.

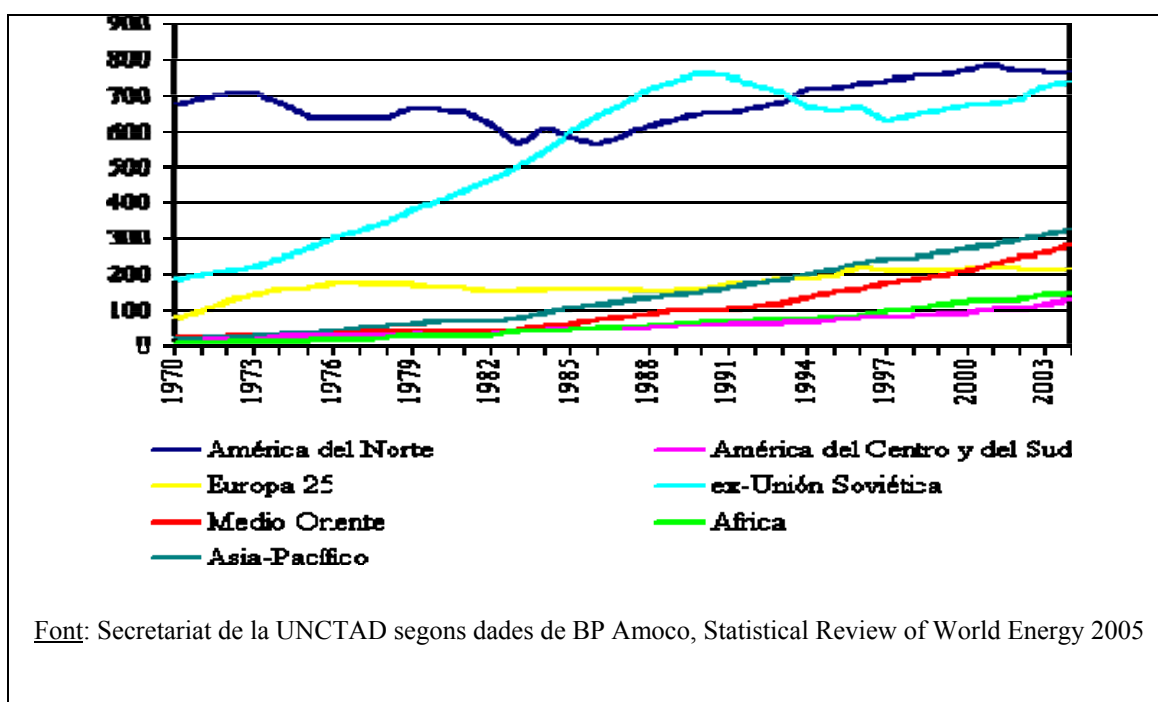


Figura 1.7 Producció de gas natural en milers de milions de m³ entre 1970 i 2004

L'any 2000 els principals països productors eren EE.UU i la Federació de Rússia amb el 22,9% i el 22,5%, respectivament, de la producció mundial. Altres països com Canadà, Regne Unit, Argèlia, Indonèsia, Iràn, Països Baixos, Noruega i Uzbekistán presenten també importants nivells de producció. Aquests 10 països representen el 86% de la producció total de gas natural el 2000.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Al 2000 la producció mundial total va arribar als 2.422,3 milers de milions de m³, el que representa un creixement del 4,3% respecte l'any anterior que és sensiblement superior al creixement mig anual durant el període 1990-2000.

S'espera un creixement de la producció mundial de gas natural com a conseqüència de la planificació de projectes d'exploració i d'expansió en resposta a les previsions de creixement de la demanda.

Les reserves mundials de gas natural, encara que limitades, són molt importants i les estimacions de la seva dimensió continuen progressant a mesura que les noves tècniques d'exploració, d'extracció i d'explotació són descobertes. Les reserves de gas natural són abundants i àmpliament distribuïdes pel món. S'estima que una quantitat significativa queda encara per descobrir.

Les majors reserves mundials es troben a l'antiga Unió Soviètica, amb el 38% del total mundial, juntament amb l'Orient Mitjà, que representa el 35% de les reserves mundials. La distribució de les reserves de gas natural es pot veure a la Figura 1.8.

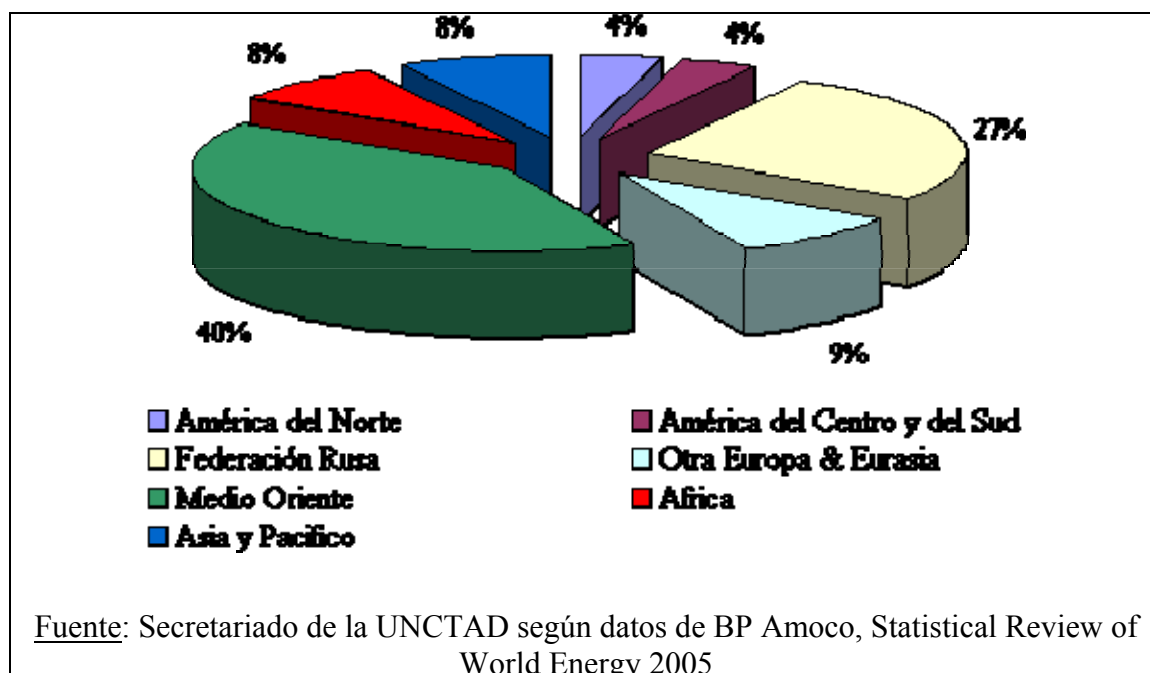


Figura 1.8 Repartició de les reserves de gas natural el 2004



Les reserves mundials de gas natural s'han multiplicat per dos en el transcurs dels últims 20 anys per a arribar al 2000 als 150,2 trillons de metres cúbics.

El rati mundial de reserves de gas natural respecte a la producció a nivells actuals està entre 60 i 70 anys. Això representa el temps que les reserves existents durarien si es mantinguessin els actuals nivells d producció.

Extreure'l és molt senzill, ja que per causa de la pressió exercida pels sediments que el contenen, el gas flueix per si mateix, per la qual cosa la seva explotació resulta molt econòmica. El transport es realitza principalment mitjançant gasoductes, que tot i que requereixen una forta inversió, són molt senzills i amb poc risc. Un perill associat és la fuita de metà, que, com ja se sap, és un gas d'efecte hivernacle molt més potent que el CO₂.

Un altre mètode de transport del gas natural consisteix a liquar-lo a baixes temperatures i a traslladar-lo en vaixells similars als petroliers, com passa al Japó. Aquests mitjans són peril·losos, ja que hi ha la possibilitat d'un accident, encara que remot, que tindria conseqüències terribles per l'explosió d'un núvol de gas que faria que pugés la temperatura i consumiria tot l'oxigen de la zona.

El gas natural s'utilitza directament a les cases (calefacció, cuines, etc.) i a la indústria, i a les centrals tèrmiques comença a substituir el carbó. Es pot veure el consum mundial de gas natural a la Figura 1.9. Si bé és cert que els dos emeten a l'atmosfera la mateixa quantitat de CO₂, el gas no produeix contaminants sulfurats, cosa que sí succeeix amb el carbó. Molts analistes creuen que el gas natural és el combustible ideal que s'ha d'utilitzar fins que es produeixi la transició cap a altres fonts d'energia renovables (com l'hidrogen, que podria reutilitzar la infraestructura de distribució del gas natural). Es tracta d'una solució temporal, ja que es pensa que les reserves actuals només duraran uns seixanta-dos anys si s'utilitzés com a substitució dels altres combustibles fòssils.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



1.0.3 Energia geotèrmica

S'anomena energia geotèrmica a l'energia emmagatzemada a l'interior de la Terra en forma de calor. L'energia geotèrmica és l'única energia renovable que no té el seu origen immediat en la radiació solar, sinó en una sèrie de reaccions químiques naturals (desintegració espontània, natural i contínua dels isòtops radioactius que existeixen en molt petita proporció en totes les roques naturals, principalment urani, potassi i tori), que tenen lloc a l'interior de la Terra i que produeixen grans quantitats de calor. Aquesta realitat a vegades es posa de manifest de forma natural i violenta per fenòmens com el vulcanisme o els terratrèmols. Però aquesta font de calor també es pot aprofitar, mitjançant perforacions i transferint aquesta calor.

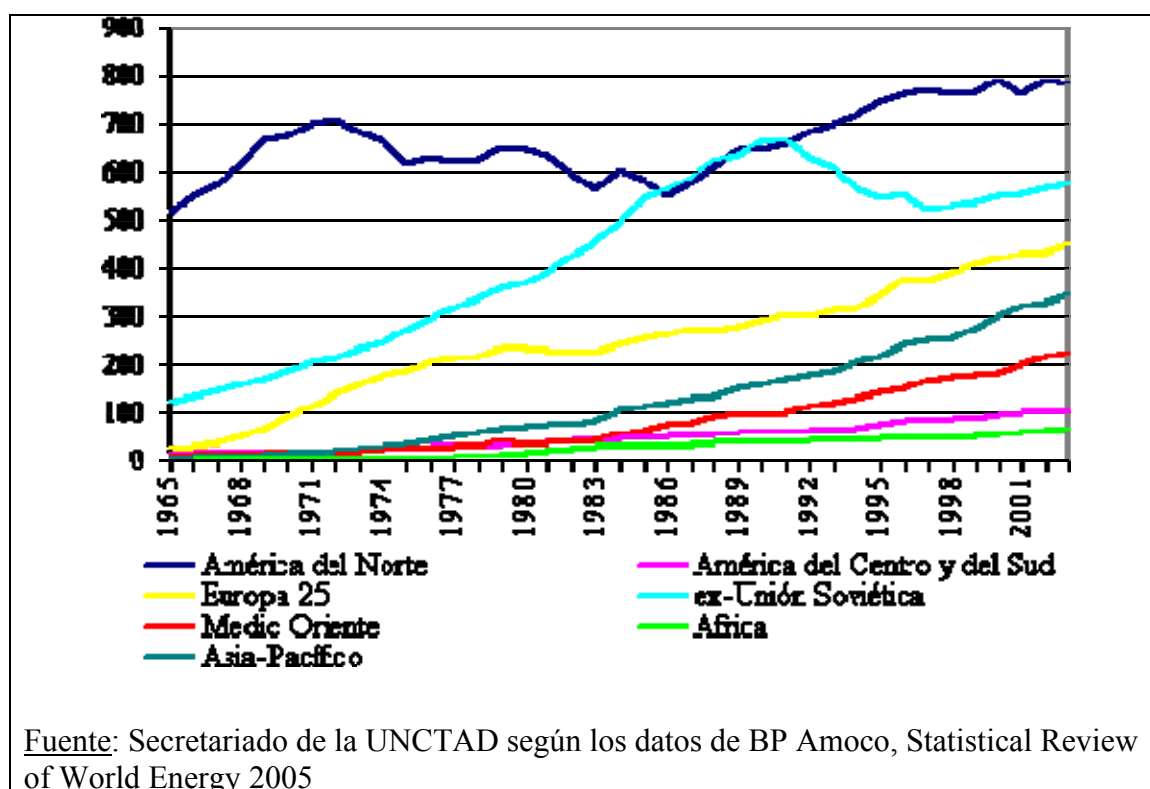


Figura 1.9 Consum de gas natural en milers de milions de m³ entre 1965 i 2004



Són varies les teories que tracten d'explicar les elevades temperatures de la Terra. Unes, creuen que es deu a les enormes pressions existents sota l'escorça terrestre; altres suposen que tenen origen en determinats processos radioactius interns; i per últim, hi ha una teoria que ho atribueix a la matèria incandescent que formà el nostre planeta.

Diversos estudis científics realitzats en diferents punts de la superfície terrestre han demostrat que, per terme mig, la temperatura interior de la Terra, augmenta 3°C cada 100 m de profunditat. Aquest augment de temperatura per unitat de profunditat s'anomena gradient tèrmic.

L'ús que es fa de l'energia geotèrmica es pot dividir en tres categories, segons la temperatura dels recursos disponibles:

- Alta temperatura (>150°C): S'utilitza principalment per a la producció d'energia elèctrica en centrals.
- Mitja temperatura (50-150°C): És ideal per a una utilització directa del calor emmagatzemat.
- Baixa temperatura (<50°C): S'utilitza conjuntament amb bombes de calor geotèrmiques.

L'energia geotèrmica té característiques que la fan destacar per sobre dels combustibles fòssils i altres energies renovables:

- Redueix la dependència de les importacions dels combustibles.
- Té un impacte positiu en el medi ambient, reduint la quantitat de gasos nocius alliberats a l'atmosfera.
- És eficient i competitiva des del punt de vista econòmic amb les energies convencionals.



- Les instal·lacions geotèrmiques poden funcionar contínuament sense dependre de les condicions climàtiques (a diferència de la solar o l'eòlica).
- És una font d'energia segura que elimina l'emmagatzematge i transport de combustibles perillosos.

1.0.3.1 Sistemes de baixa temperatura

Una part important de l'energia que prové del Sol arriba a la Terra i és absorbida per l'escorça terrestre en forma de calor. La gran massa de la Terra fa que la temperatura del sòl, a partir d'uns 5 metres de profunditat, romangui pràcticament constant durant tot l'any; aquesta temperatura varia segons les característiques del terreny i la radiació solar pròpia de la regió. A Espanya, que és un país amb una gran radiació solar, la temperatura del sòl a profunditats de més de 5 metres és relativament alta (al voltant de 15°C).

Es pot considerar el subsòl a petites profunditats com una font de calor (energia) a 15°C, totalment renovable i inesgotable. Mitjançant un sistema de captació adequat i una bomba de calor es pot transferir calor d'aquesta font a 15°C a una altra de 50°C, i utilitzar aquesta última per a la calefacció domèstica i l'obtenció d'aigua calenta sanitària.

Si es tracta d'una bomba de calor reversible, el mateix equip pot absorbir calor de l'ambient a 40°C i lliurar-lo al subsòl amb el mateix sistema de captació, pel que el sistema que pot solucionar la calefacció domèstica també pot solucionar la refrigeració. És a dir, l'habitatge té una sola instal·lació per a la seva climatització total.

Pel que fa a l'emmagatzemament d'energia tèrmica, la profunditat ideal en aquest tipus d'aplicacions és al voltant dels 100 m. Els canvis en la variació de la temperatura del subsòl durant les estacions de l'any es redueixen considerablement a una profunditat



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



d'entre 10 i 20 metres, i a major profunditat les temperatures augmenten de mitja 3°C per cada 100 m de profunditat.

Els mètodes principals per fer ús d'aquesta energia són els següents:

- Bombes de calor geotèrmiques o aigua-aigua (GSHP).
- Emmagatzematge d'energia tèrmica subterrània (UTES).

La Figura 1.10 mostra el principi bàsic de funcionament d'una bomba de calor de font terrestre, que es basa en el Cicle de Carnot, realitzat per una gas, que absorbeix calor d'una font per passar-la a una altra que està a una temperatura superior.

El rendiment energètic d'una bomba de calor (COP), utilitzant com a font de calor el subsòl a 15°C, és aproximadament del 400% escalfant i del 500% refredant. Això és possible a que no es genera tota la calor, sinó que la major part només es transfereix d'un lloc a un altre. L'única despesa d'energia és la que es necessita per fer funcionar el compressor.

Les bombes de calor són utilitzades des de fa molts anys en tots els frigorífics, en la major part d'aires condicionats i últimament en els climatitzadors de tipus domèstic.

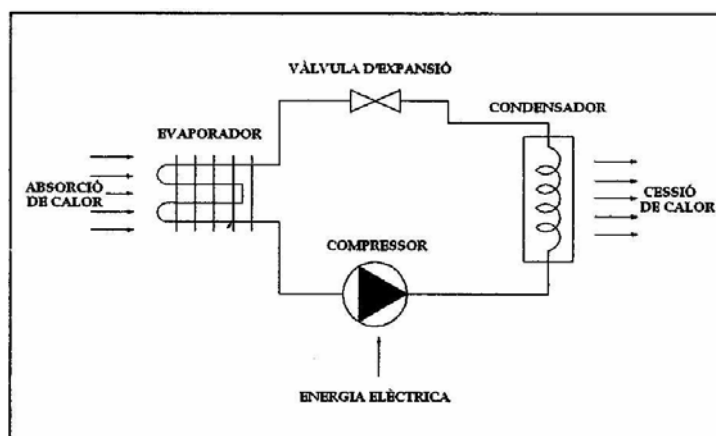


Figura 1.10 Funcionament de la bomba de calor



El rendiment del sistema depèn de la temperatura de la font que subministra la calor al condensador. Els sistemes de climatització convencionals absorbeixen calor de l'atmosfera que durant l'hivern pot arribar per sota dels -2°C . A aquestes temperatures el condensador no pot captar pràcticament gens de calor i el rendiment de la bomba de calor és molt baix. A l'estiu quan fa més calor la bomba té que cedir aquest calor a l'atmosfera que pot estar a 40°C , amb la qual cosa el rendiment tampoc és gaire bo.

En el sistema de captació geotèrmica, al disposar d'una font a temperatura constant, el rendiment sempre és òptim sense que importin les condicions de temperatura atmosfèrica.

El sistema de terra uneix la bomba de calor amb el subsòl i permet l'extracció de calor o la introducció de fred al subsòl. Aquests sistemes es poden classificar generalment com a sistemes oberts o sistemes tancats:

- Sistemes oberts: S'utilitza aigua existent en el subsòl com a fluid caloportador (per exemple, la que prové dels aqüífers). Aquesta es bombeja directament a la instal·lació o a través de bescanviadors de calor.
- Sistemes tancats: Consisteix en un circuit tancat d'aigua i refrigerant que s'enterra en el subsòl, transportant la calor de la terra a la bomba i a la inversa.

Per escollir el sistema més apropiat per una instal·lació específica cal considerar diversos factors: característiques geològiques i hidrogeològiques de subsòl (per als sistemes oberts hi ha d'haver suficient permeabilitat), les fonts potencials de calor com les mines, i les característiques de la calefacció i refrigeració del o dels edificis.

En la fase de disseny dades més exactes són absolutament necessàries pels paràmetres bàsics per seleccionar la tecnologia a utilitzar. S'ha d'aconseguir un sistema que tingui un rendiment òptim amb el mínim de costos.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



1.0.3.1.1 Sistemes oberts

Un sistema obert utilitza els pous d'aigua subterrània com a font de calor, extreu i introdueix aigua en el pou. En la majoria de casos es necessiten dos pous (veure Figura 1.11), un per extreure l'aigua subterrània i un altre per tornar a introduir l'aigua al mateix aqüífer del que va ser extreta. En aquest tipus de sistemes s'utilitzen les bombes GWH, que extreuen l'energia de l'aigua.

Amb sistemes oberts es pot explotar una font poderosa de calor a un cost relativament baix. Per contrapartida cal dir que generalment aquests pous requereixen cert manteniment.

Aquests sistemes han de tenir certs requisits per tal de poder fer una instal·lació geotèrmica, i són els següents:

- Suficient permeabilitat per a poder obtenir la quantitat desitjada d'aigua subterrània de poca profunditat.
- Bones característiques químiques de l'aigua. És a dir, que continguin poc ferro, per evitar problemes de sarro, obstrucció i corrosió. Es solen utilitzar sistemes oberts per a instal·lacions de gran envergadura.

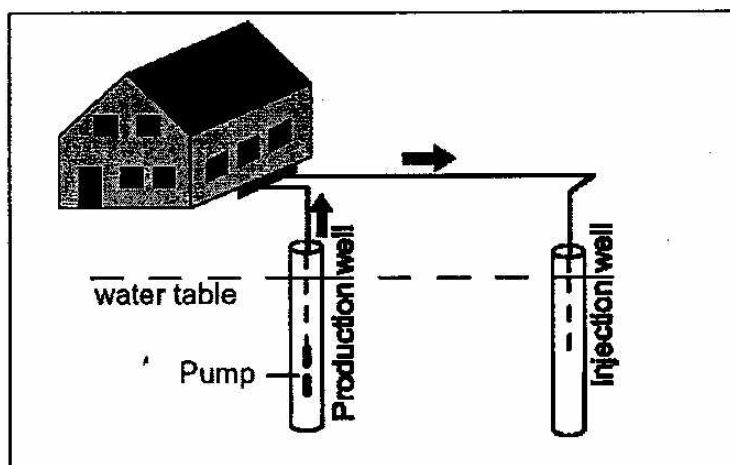


Figura 1.11 Bescanviador de calor per aigües subterrànies



Avantatges del sistema obert:

- Normalment tenen un cost baix en comparació amb els sistemes tancats.
- Tenen un rendiment elevat.

Inconvenients:

- No hi ha sempre una font d'aigua disponible.
- Algunes aigües poden portar una gran quantitat de sals i espatllar el bescanviador en poc temps, fet que significa un manteniment costós.
- Problemes de drets sobre els aqüífers.
- La temperatura d'algunes aigües canvia molt segons les estacions i el rendiment del sistema es pot afectar.

1.0.3.1.2 Sistemes tancats

GCHP horitzontals

El sistema tancat més fàcil d'instal·lar és el bescanviador de calor terrestre horitzontal. Degut a les restriccions d'àrea a Europa Central i Occidental s'instal·len les canonades de forma relativament densa, connectades en sèrie o en paral·lel (veure Figura 1.12).

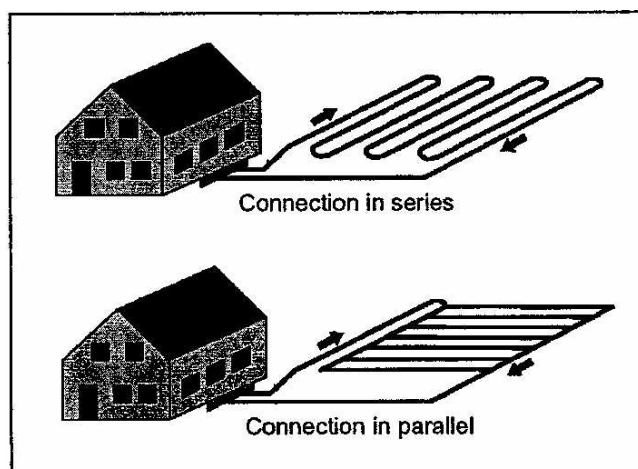


Figura 1.12 Bescanviador de calor horitzontal en sèrie i en paral·lel (estil europeu)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



També hi ha un altre tipus de sistemes, que utilitzen principalment a EEUU i són els bescanviador en espiral, que solucionen una mica el problema d'espai, encara que continua tenint els mateixos inconvenients que els altres (veure Figura 1.13). Aquests sistemes s'utilitzen per bescanviar calor amb grans masses d'aigua ja siguin llacs naturals o artificials i el mar.

Avantatges del sistema horitzontal

- Són més barats que les GCHP verticals, ja que els equips que s'utilitzen per aquestes instal·lacions també ho són.
- Els operaris que es necessiten són menys qualificats.

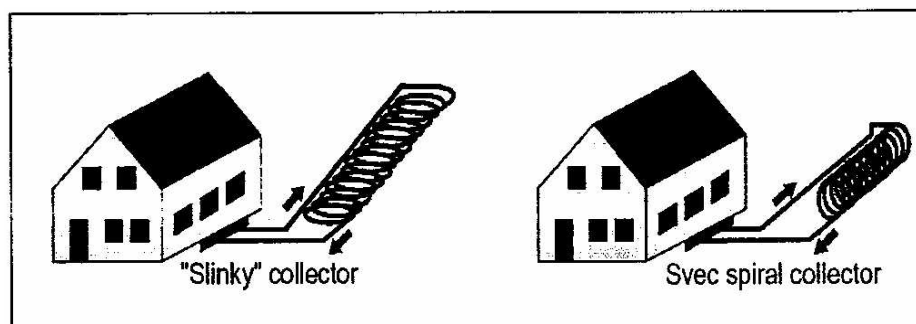


Figura 1.13 Bescanviador de calor tipus espiral (estil d'EEUU)

Inconvenients:

- Requereix una extensió de terreny relativament gran, per tant no es recomana en zones on el preu del terreny és alt.
- Hi ha variacions fluctuants en la temperatura del terra segons l'estació de l'any, les precipitacions i la profunditat a la que està la instal·lació.
- El sistema en general té una baixa eficiència degut a aquestes fluctuacions.

GCHP verticals

Degut a que la temperatura a una determinada profunditat (entre 15 i 20 m) és constant durant tot l'any i degut a la necessitat d'instal·lar una capacitat suficient d'intercanvi de



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



calor sota una superfície determinada, els bescanviador de calor terrestres verticals són els més adequats en aquestes situacions.

En un bescanviador de calor del tipus estàndard en una perforació, s'instal·len les canonades plàstiques de polietilè o de polipropilè i l'espai restant de la perforació s'omple amb un material que asseguri una conductivitat tèrmica elevada cap al terreny (veure Figura 1.14). Hi ha dos configuracions possibles (Figura 1.15):

- Canonades en forma d'U, que consisteixen en un parell de canonades rectes unides per una corba de 180° al fons. Una, dos o inclòs tres d'aquest tipus de canonada en forma d'U s'instal·len en una mateixa perforació. Els avantatges d'aquest tipus de canonades és el seu baix cost. Aquest tipus de canonada és el més utilitzat a Europa.
- Canonades coaxials (concèntriques), ja siguin simples o amb dos conductes rectes de diferent diàmetre, o en una configuració més complexa. Són canonades més cares que les de forma en U.

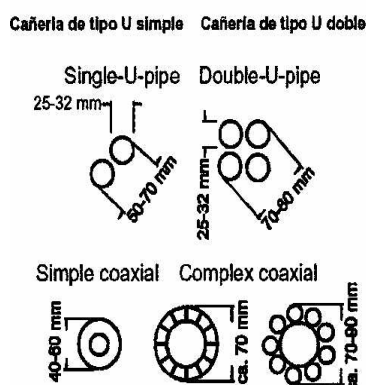


Figura 1.14 Secció dels diferents tipus de bescanviadors de calor en perforacions

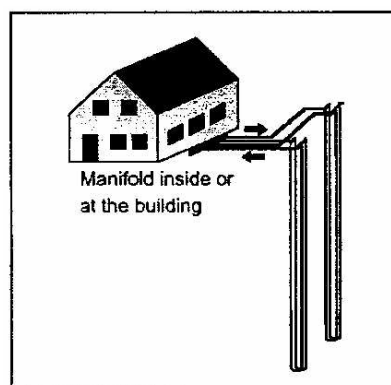


Figura 1.15 Bescanviador de calor per a perforacions amb canonada de tipus U



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Els materials de reompliment de la perforació i les parets del bescanviador de calor provoquen una resistència tèrmica. És per això, que s'han desenvolupat materials tèrmics específics per al reompliment que minimitzen aquest efecte.

Un altres cas en els sistemes tancats verticals són els “pilars energètics”, és a dir, pilars que fan la funció de fonaments i de bescanviadors de calor (veure Figura 1.16). Es poden utilitzar tot tipus de pilars (prefabricats) i el seu diàmetre pot variar entre els 40 cm i per sobre d'un metre.

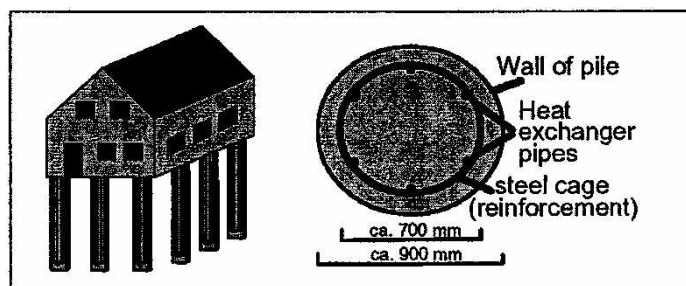


Figura 1.16 Pilars energètics i tall de pilar amb 3 canonades tipus U

Avantatges del sistema vertical:

- A una determinada profunditat la variació de la temperatura i de les propietats tèrmiques es mantenen constants.
- Requereix relativament poc espai de terreny.
- Necessita una menor quantitat de tubs, i menys energia de bombeig.
- En general el sistema té una elevada eficiència.

Inconvenients:

- És un sistema car, ja que l'equip necessari per realitzar les perforacions al terra també és més car.
- En alguns terrenys la realització de les perforacions pot ser complicada.

1.1 OBJECTE DEL PROJECTE

El present projecte té per objectiu el d'especificar les condicions tècniques i econòmiques d'una instal·lació de climatització i ACS comparant el sistema convencional amb el d'energia geotèrmica, en una vivenda situada al municipi d'Alcoletge, de la província de Lleida.

L'estudi comprèn una sèrie de càlculs, especificacions i justificacions tècniques, que conjuntament amb l'estudi econòmic permetran determinar la possible viabilitat de la instal·lació d'energia geotèrmica enfront la instal·lació convencional en una vivenda unifamiliar.

L'interès i preocupació pel medi ambient, juntament amb l'estalvi d'energia han estat factors determinants a l'hora de decidir-se per una instal·lació geotèrmica com a substituta d'una instal·lació convencional.



1.2 ABAST

L'abast del projecte inclou el disseny de totes les instal·lacions necessàries pel bon funcionament del sistema de calefacció, refrigeració i ACS de la vivenda.

La xarxa de distribució de l'aigua així com la instal·lació elèctrica no es dissenyaran en aquest projecte ja que no són objecte del mateix.

No està dins de l'abast d'aquest projecte els treballs d'execució ni la direcció de les obres, ja que s'està realitzant el disseny d'una instal·lació, i no una implantació.



1.3 ANTECEDENTS

Els propietaris i promotors de l'obra de la vivenda unifamiliar situada al terme municipal d'Alcoletge, a la província de Lleida, tenen la intenció de conèixer la viabilitat de dur a terme una instal·lació geotèrmica en lloc d'una convencional, per tal de cobrir la totalitat de calefacció en el període hivernal, refrigeració del període estival i aigua calenta sanitària (A.C.S.) tot l'any.

L'habitatge objecte del projecte es troba actualment en construcció. És una vivenda unifamiliar aïllada, situada en la urbanització La Concòrdia, a les afores d'Alcoletge, tal i com es reflexa en el plànol d'emplaçament (plànol 1) del present projecte.

La vivenda consta de dues plantes i té una superfície total construïda de 153,28 m² essent la útil interior de 136,49 m². Està orientada perfectament al nord (veure plànol 6).

El projecte és perfectament executable, degut a la més que compatible aplicació de l'estudi a la realitat constructiva de l'edifici objecte de projecte.



1.4 NORMES I REFERÈNCIES

La instal·lació cal que compleixi les normes i reglament que es descriuen a continuació i la reglamentació vigent durant la realització de les obres.

1.4.1 Disposicions legals i normes aplicades

UNE 157001:2002 Criteris generals per l'elaboració de projectes, i les corresponents normes de consulta interiors.

Normes UNE-EN ISO de dibuix tècnic.

Reglament de les Instal·lacions Tèrmiques als Edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementaries (ITC).

Normes UNE referents als càlculs d'instal·lacions de calefacció, refrigeració i ACS.

Normes UNE i UNESCO referents als materials i dispositius utilitzats.

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HE Ahorro de Energía.

1.4.2 Bibliografia

1.4.2.1 Llibres de text

Cabeza, Lluïsa F., *Gestió de sistemes energètics*. Ed. Paperkite. Lleida, 2004.

Cabeza, Lluïsa F., *Producció de l'energia tèrmica*. Ed. Paperkite. Lleida, 2004.

Cabeza, Lluïsa F., *Sistemes de fred i climatització*. Ed. Paperkite. Lleida, 2003.

Martí Rosas i Casals, *Instalaciones de calefacción*. Editorial UOC.



Franco Martín Sánchez, Manual de instalaciones de calefacción por agua caliente. AMV Ediciones

Jose Agüera Soriano, Mecánica de fluidos incomprensibles i turbomáquinas hidráulicas. Editorial Ciencia 3.

De Andrés Rodríguez-Pomatta, J.A., *Calefacción y agua caliente sanitaria*. Ed. A. Madrid Vicente, Ediciones. Madrid, 1991.

Francisco Galdón y Teófilo Calvo, Curso de instalador de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria. Publicaciones CONAIF.

Francisco Javier Rey Martínez y Eloy Velasco Gómez, *Bombas de calor y Energías Renovables en Edificios*. Editorial Thomson, 2005.

Cano Pina S.L., *RITE + resumen de normas UNE*, Editorial CEYSA, Septiembre 2004.

Conaif, *Manual de calefacción por suelo radiante*, Editorial El Instalador, Enero 2007.

1.4.2.2. Pàgines web

Les pàgines web emprades a l'hora de confeccionar el present projecte, són les següents:

- www.ciatesa.es
- www.fondital.it
- www.saunierduval.es
- www.salvadorescoda.com
- www.blansol.es
- www.idae.es
- www.icaen.net
- www.caloryfrio.com

-
- www.meteocat.com
 - www.ducasa.com
 - <http://sigpac.mapa.es/fega/visor>
 - www.energuia.com
 - www.honeywellsp.com
 - www.nacobre.com.mx
 - www.uponor.com
 - www.isover.net

1.4.2.3. Programes utilitzats

Microsoft Office Word (editor de texts)

Microsoft Office Excel (fulls de càlcul)

AutoCad 2006 (edició de plànols)

DpClima 1.3 (càlcul de càrregues tèrmiques)

GeoCiatesa V.1.00 (dimensionament bescanviador geotèrmic)



1.5 DEFINICIONS I ABREVIACIONS

1.5.1 Definicions

Per tal de facilitar la seva consulta, l'apartat de definicions s'ha dividit entre els diferents apartats dels annexes.

1.5.1.1 Definicions en el càlcul de les càrregues tèrmiques

A la Taula 1.5 es mostren les definicions d'aquelles variables de càlcul emprades en l'annex de càrregues tèrmiques.

<i>OMA</i>	[°C]	Diferència entre la temperatura màxima de màximes i la temperatura mínima de mínimes.
<i>OMD</i>	[°C]	Mitjana de la diferència entre la mitjana de temperatures màximes i la mitjana de temperatures mínimes mensuals dels mesos d'estiu (maig – setembre).

Taula 1.5 Definicions en el càlcul de càrregues tèrmiques

1.5.1.2 Definicions en el càlcul de l'energia necessària d'ACS

A la Taula 1.6 s'exposen les definicions d'aquelles variables emprades en el càlcul de l'energia necessària d'ACS.

1.5.1.3 Definicions en el càlcul de les pèrdues de càrrega

En el càlcul de les pèrdues de càrrega de la instal·lació s'han utilitzat les variables que es descriuen a la Taula 1.7.



L_{ACS}	[MJ/mes]	Càrrega tèrmica mensual d'escalfament d'ACS.
N	[dies]	Dies de cada mes.
ρ_{H_2O}	[kg/dm ³]	Densitat de l'aigua.
c_{pH_2O}	[J/kg·°C]	Calor específic de l'aigua.
T_{xarxa}	[°C]	Temperatura de l'aigua de la xarxa de subministrament.

Taula 1.6 Definicions en el càlcul de l'energia d'ACS

$H_{r\text{ TOTALS}}$	[mca], [mmca]	Pèrdues de càrrega totals en un circuit tancat.
$H_{r\text{ continues}}$	[mca], [mmca]	Pèrdues de càrrega contínues en un circuit tancat.
$H_{r\text{ singulars}}$	[mca], [mmca]	Pèrdues de càrrega singulars degudes a vàlvules, colzes, etc.
Re	-	Nombre de Reynolds.
ρ	[kg/m ³]	Densitat del fluid caloportador del circuit primari.
μ	[Pa·s]	Viscositat dinàmica.
ν	[m ² /s]	Viscositat cinemàtica.
v	[m/s]	Velocitat del fluid dins la canonada.
d	[m], [mm], ["]	Diàmetre interior de la canonada.
\dot{m}	[kg/s]	Cabal màssic circulant per la canonada.
f	-	Coefficient de fricció.
ε	[mm]	Rugositat de la canonada.
L	[m]	Longitud de la canonada.
g	[m/s ²]	Acceleració de la gravetat.
L_E	[m]	Longitud equivalent d'un accessori

Taula 1.7. Definicions de les variables emprades en el càlcul de les pèrdues de càrrega

1.5.1.4 Definicions en l'estudi de viabilitat econòmica

A la Taula 1.8 es poden observar aquelles variables que s'han utilitzat en el càlcul del període de retorn de la instal·lació, així com la seva definició.

$C_{v,i}$	[€/any]	Cost variable l'any i .
C_p	[€/any]	Costos d'operació anuals.
P_a	[kWh/mes]	Energia consumida cada mes
P_c	[kW]	Potència consumida cada hora
h_t	[hores/dia]	Hores de treball al dia
L_{TOT}	[kWh/any]	Càrrega tèrmica anual de calefacció i ACS de la vivenda.
P_e	[€/kWh]	Preu de l'electricitat.
R_e	-	Increment anual del cost de l'electricitat.
R_d	-	Interès del diner.
$C_{va,i}$	[€/any]	Cost variable actualitzat de l'any i .
C_F	[€]	Inversió inicial de la instal·lació.

Taula 1.8. Definicions en l'estudi de viabilitat econòmica

1.5.2 Abreviacions

ACS: Aigua Calenta Sanitària.

ASHRAE: *American Association of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*, Associació Americana d'Enginyers de Calefacció, Refrigeració i Aire Condicionat.

CTE: Codi Tècnic de l'Edificació

EER: *Energy Efficiency Ratio*, Factor de Rendiment Energètic.

ICAEN: Institut Català d'Energia.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético.

ITC: *Instrucción Técnica Complementaria.*

ISO: *International Standards Organization*,. Organització Internacional d'Estandarització.

IVA: Impost sobre el Valor Afegit.

GWP: *Global Warming Potential*, Potencial d'Escalfament Global

NIA: *Normas básicas para las Instalaciones interiores de subministros de Agua.*

ODP: *Ozone Destruction Potential*, Potencial de Destrucció de l'Ozó.

PER: *Primary Energy Ratio*, Rendiment d'Energia Primària.

PVC: Policlorur de Vinil.

RITE: *Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios.*

TEP: Tona Equivalent de Petroli.

UNE: *Una Norma Española.*



1.6 REQUISITS DE DISSENY

El projecte a realitzar pretén dissenyar una instal·lació de climatització i ACS en una vivenda unifamiliar del municipi d'Alcoletge mitjançant instal·lació convencional amb caldera de gas i aire condicionat i per mitjà de bomba de calor geotèrmica. Posteriorment es realitzarà un estudi de viabilitat econòmica.

El primer pas a fer és descriure el tipus d'instal·lació que es desitja i l'espai del que es disposa en la casa. En aquest capítol de la memòria s'exposen els diferents requeriments de disseny del projecte.

1.6.1 Requisits generals del projecte

Cal dissenyar un sistema de climatització i ACS adient per una vivenda que es troba actualment en construcció, de manera que garanteixi el confort i la qualitat de vida dels ocupants de l'immoble.

La vivenda estarà habitada per 5 persones durant tot l'any, de manera continuada.

La instal·lació complirà amb les lleis i normes vigents.

1.6.2 Descripció arquitectònica de la vivenda

L'habitatge objecte del projecte es començà a contruir a principis del 2006, és una vivenda unifamiliar aïllada. La seva situació es troba a les afores d'Alcoletge, més concretament a l'Urbanització "La Concòrdia" (veure plànol 1).



Consta de dues plantes i té una superfície total construïda de 153,28 m² essent la útil interior de 136,49 m². Està orientada perfectament al nord (veure plànols 6 i 7).

Els fonaments de l'edifici són a base de sabates aïllades arriostrades que suporten els murs de càrrega. Els forjats són unidireccionals a base de biguetes pretensades autoresistens amb revoltos ceràmics amb una capa de compressió amb mallasso.

A la teulada hi va a parar la xemeneia de la cuina. La teulada és a quatre aigües, on cada vessant té una inclinació del 30%. Està formada a base de teula àrab col·locada sobre solera de maons buits i recolzada sobre envans conillers tal i com es mostra en la secció dels plànols (veure plànols 2, 3, 4 i 5)

La façana de l'habitatge és un esquerdejat de ciment beix amb recobriment de pedra en la part baixa de tot el perímetre de la vivenda d'1 m d'alçada i en les parets exteriors del passadís i de l'escala de la planta primera (veure de la Figura 1.17 a la Figura 1.20)

L'habitatge consta també d'un porxo a una aigua que envolta pràcticament tot el perímetre exterior del menjador excepte la paret sud.



Figura 1.17 Vista façana nord de la vivenda



Figura 1.18 Vista façana sud de la vivenda



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Figura 1.19 Vista façana est de la vivenda



Figura 1.20 Vista façana oest de la vivenda

La distribució de la vivenda en les seves dues plantes està realitzada de la següent forma:

- Planta Baixa:
 - Menjador
 - Cuina
 - Safareig
 - Bany 1
 - Habitació Matrimoni
 - Bany 2
 - Rebedor
 - Escala
- Planta Primera:
 - Habitació Doble 1
 - Habitació Doble 2
 - Habitació Doble 3
 - Passadís
 - Vestidor
 - Bany 3

Per entrar a la casa es disposa d'una porta que dona al carrer. A l'entrada hi ha una porta de fusta amb dues vidrieres, una a cada costat d'aquesta, que dona entrada al rebedor.



Des d'aquí es pot accedir a totes les dependències de la planta baixa i a les escales que duen a la planta primera.

La distribució de la casa així com les característiques més importants de cada sala es poden veure als plànols 6, 7, 8, i 9.

1.6.3 Descripció dels tancaments

En aquest apartat es descriuen els diferents tancaments que es van utilitzar en la construcció de la vivenda del present projecte i que s'han fet servir en els càlculs posteriors (veure de la Taula 1.9 a la Taula 1.52). Les dades sobre els materials han estat extretes de la base de dades del programa DpClima i de la normativa CTE.

Els símbols e , ρ , c_p i k fan referència, respectivament, al gruix de capa, a la densitat, al calor específic i a la conductivitat tèrmica.

Nom	Mur Exterior			
Composició	e (mm)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg·°C)	k (W/°C·m)
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Maó buit	40	1.200	879	0,490
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Cambra d'aire	50	1,2	1.004,7	0,073
Poliuretà	40	35	1590	0,024
Maó perforat	140	1.600	879	0,76
Esquerdejat de ciment	20	2.000	879	1,4
Total	310	-----	-----	0,42

Taula 1.9 Descripció de *Mur Exterior*



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Nom	Mur Exterior Pedra			
Composició	e (mm)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg·°C)	k (W/°C·m)
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Maó buit	40	1.200	879	0,490
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Cambra d'aire	50	1,2	1.004,7	0,073
Poliuretà	40	35	1590	0,024
Maó perforat	140	1.600	879	0,76
Esquerdejat de ciment	20	2.000	879	1,4
Pedra	20	2.640	820	2,9
Total	330	-----	-----	0,41

Taula 1.10 Descripció de *Mur Exterior Pedra*

Nom	Mur Exterior Rajola			
Composició	e (mm)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg·°C)	k (W/°C·m)
Plaqueta ceràmica	25	800	837	0,300
Morter d'enganxament	20	1.000	879	0,600
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Maó buit	40	1.200	879	0,490
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Cambra d'aire	50	1,2	1.004,7	0,073
Poliuretà	40	35	1590	0,024
Maó perforat	140	1.600	879	0,76
Esquerdejat de ciment	20	2.000	879	1,4
Total	355	-----	-----	0,4

Taula 1.11 Descripció de *Mur Exterior Rajola*



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Nom	Mur Exterior Rajola i Pedra			
Composició	e (mm)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg·°C)	k (W/°C·m)
Plaqueta ceràmica	25	800	837	0,300
Morter d'enganxament	20	1.000	879	0,600
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Maó buit	40	1.200	879	0,490
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Cambra d'aire	50	1,2	1.004,7	0,073
Poliuretà	40	35	1.590	0,024
Maó perforat	140	1.600	879	0,76
Esquerdejat de ciment	20	2.000	879	1,4
Pedra	20	2.640	820	2,9
Total	375	-----	-----	0,4

Taula 1.12 Descripció de Mur Exterior Rajola i Pedra

Nom	Sostre Teulada Casa			
Composició	e (mm)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg·°C)	k (W/°C·m)
Teula àrab + morter	50	2.000	1.000	1,400
Impermeabilitzant	10	1.100	1.680	0,190
Poliuretà	50	35	1.590	0,024
Maó buit	40	1.200	879	0,490
Càmera d'aire	Secció variable (1m màx.)	1,2	1.004,7	0,160
BOVEDILLA formigó + càmera d'aire	190	1.265	800	1,58
Enlluït de guix	15	800	879	0,300
Total	355 + secció variable	-----	-----	0,37

Taula 1.13 Descripció de Sostre Teulada Casa



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Nom	Forjat Entre Plantes			
Composició	e (mm)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg·°C)	k (W/°C·m)
Terratzo 25mm + Morter 15mm	40	2.000	900	3,6
BOV Ceràmica 20 cc ar norm 5	250	1.200	800	0,94
Enlluït de guix	10	800	879	0,300
Total	300	-----	-----	2,07

Taula 1.14 Descripció del Forjat Entre Plantes

Nom	Sòl al Terreny			
Composició	e (mm)	P (kg/m ³)	c_p (J/kg·°C)	k (W/°C·m)
Terratzo 25mm + Morter 15mm	40	2.000	900	3,6
Impermeabilitzant	10	1.100	1.680	0,19
Càmera d'aire	50	1,2	1.004,7	0,160
Formigó en massa	150	2.400	800	1,6
BOVEDILLA formigó 12 cc ar norm 5	170	1.760	800	1,53
Total	420	-----	-----	1,93

Taula 1.15 Descripció del Sòl al Terreny



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Menjador Sud
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	2,1
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc, cortina espaiada color
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Sud

Taula 1.16 Descripció de la Finestra Menjador Sud



Figura 1.21 Finestra Menjador Sud

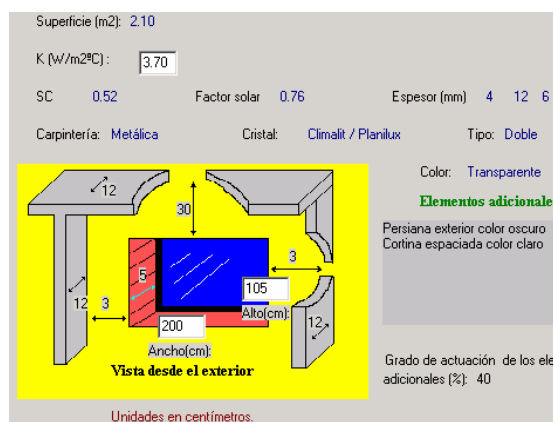


Figura 1.22 Finestra Menjador Sud



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Menjador Est
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	3,78
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc Cortina espaiada color mig
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Est

Taula 1.17 Descripció de *Finestra Menjador Est*



Figura 1.23 Finestra Menjador Est

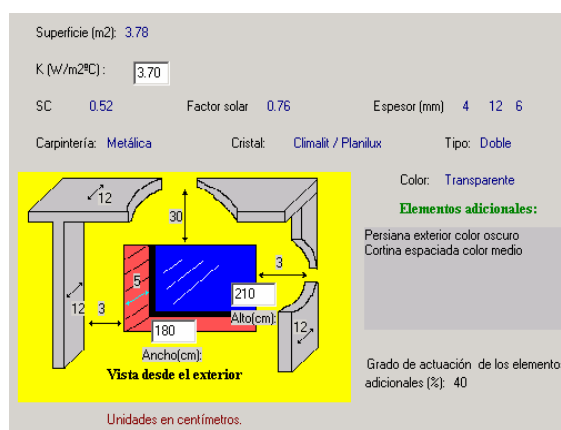


Figura 1.24 Finestra Menjador Est



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Menjador Nord
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	2,1
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc Cortina espaiada color clar
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Nord

Taula 1.18 Descripció de Finestra Menjador Nord



Figura 1.25 Finestra Menjador Nord

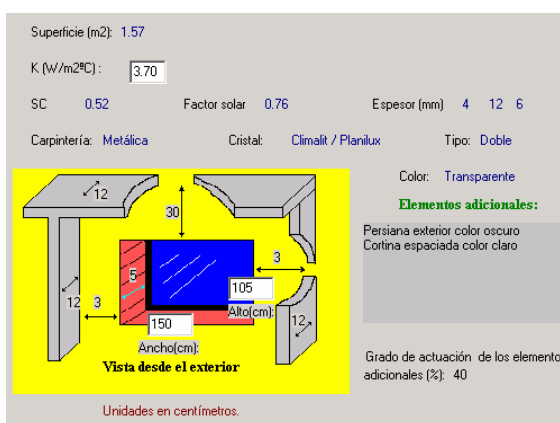


Figura 1.26 Finestra Menjador Nord



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Cuina
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	1,26
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc Cortina espaiada color clar
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Sud

Taula 1.19 Descripció de *Finestra Cuina*



Figura 1.27 Finestra Cuina

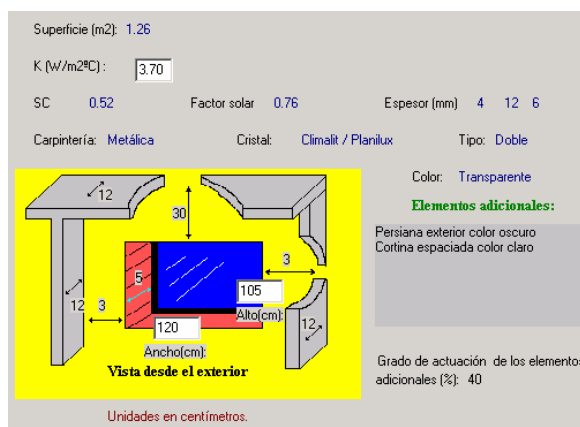


Figura 1.28 Finestra Cuina



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Safareig
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	1,26
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Sud

Taula 1.20 Descripció de *Finestra Safareig*



Figura 1.29 Finestra Safareig

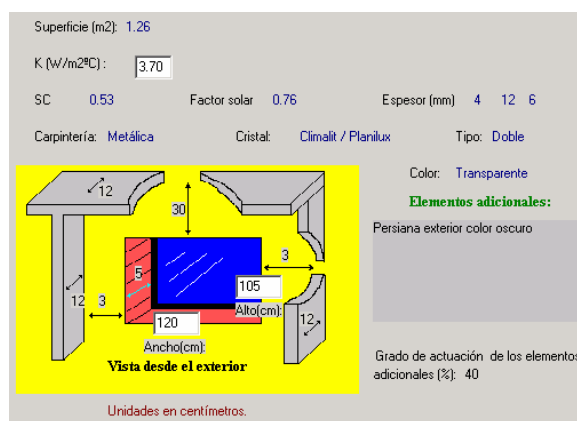


Figura 1.30 Finestra Safareig



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Bany 1 (Hab. Matrimoni)
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	0,53
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Oest

Taula 1.21 Descripció de Finestra Bany 1



Figura 1.31 Finestra Bany 1

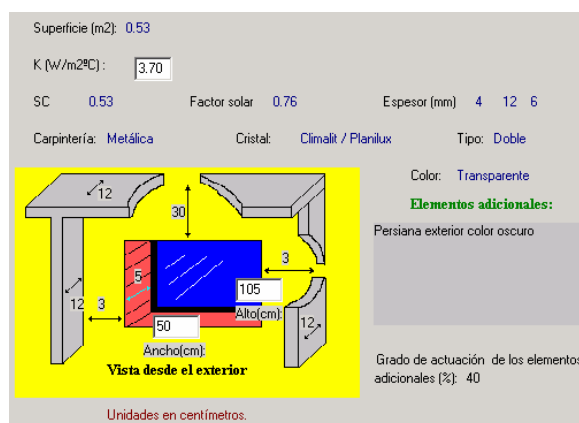


Figura 1.32 Finestra Bany 1



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Habitació Matrimoni
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	1,57
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc Cortina espaiada color clar
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Nord

Taula 1.22 Descripció de Finestra Habitació Matrimoni



Figura 1.33 Finestra Habitació Matrimoni

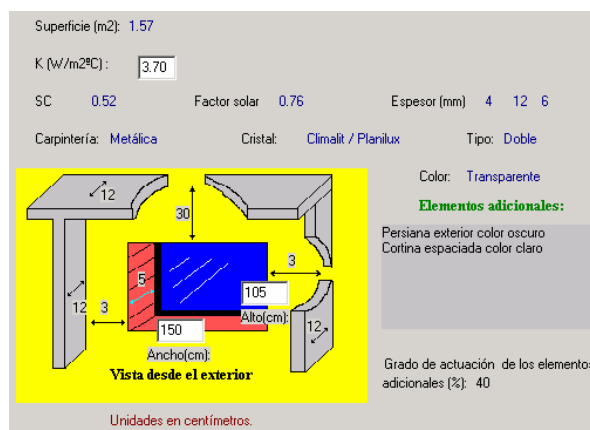


Figura 1.34 Finestra Habitació Matrimoni



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Bany 2
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	0,53
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc Cortina espaiada color clar
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Nord

Taula 1.23 Descripció de *Finestra Bany 2*



Figura 1.35 Finestra Bany 2

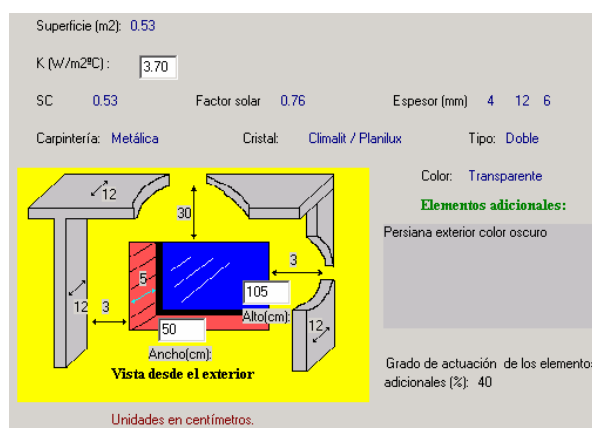


Figura 1.36 Finestra Bany 2



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Hab. Doble 1
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	1,57
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc Cortina espaiada color mig
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Sud

Taula 1.24 Descripció de *Finestra Hab. Doble 1*



Figura 1.37 Finestra Hab. Doble 1

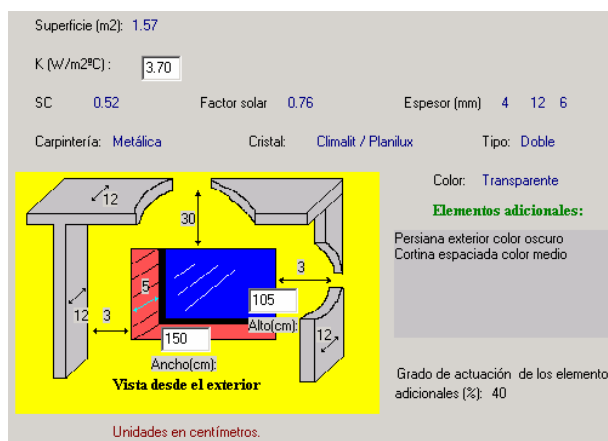


Figura 1.38 Finestra Hab. Doble 1



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Hab. Doble 2
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	1,57
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc Cortina espaiada color mig
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Sud

Taula 1.25 Descripció de *Finestra Hab. Doble 2*



Figura 1.39 Finestra Hab. Doble 2

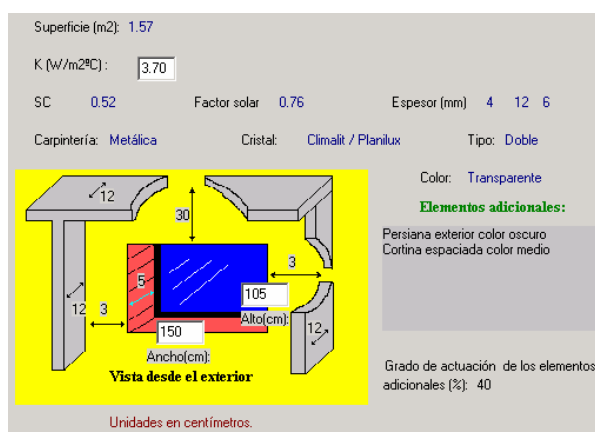


Figura 1.40 Finestra Hab. Doble 2



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Hab. Doble 3
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coeficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	1,57
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc Cortina espaiada color clar
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Nord

Taula 1.26 Descripció de *Finestra Hab. Doble 3*



Figura 1.41 Finestra Hab. Doble 3

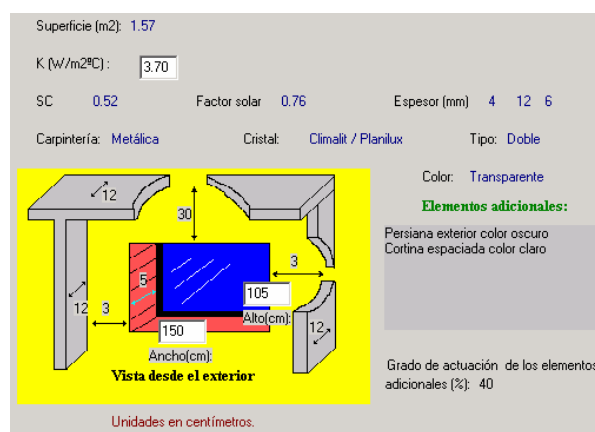


Figura 1.42 Finestra Hab. Doble 3



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Vestidor
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	0,53
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Nord

Taula 1.27 Descripció de *Finestra Vestidor*



Figura 1.43 Finestra Vestidor

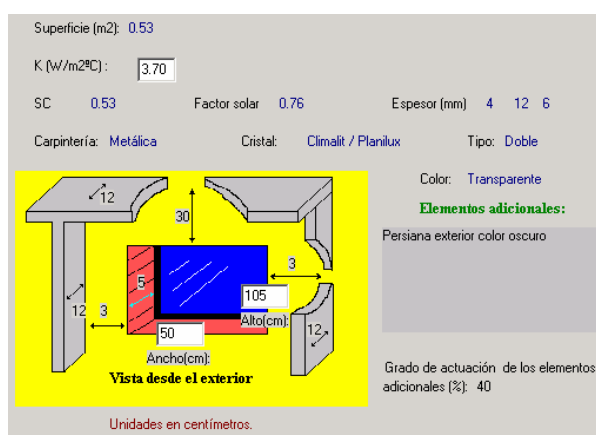


Figura 1.44 Finestra Vestidor



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Bany 3
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	1,26
Elements addicionals	Persiana exterior color fosc
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Nord

Taula 1.28 Descripció de *Finestra Bany 3*



Figura 1.45 Finestra Bany 3

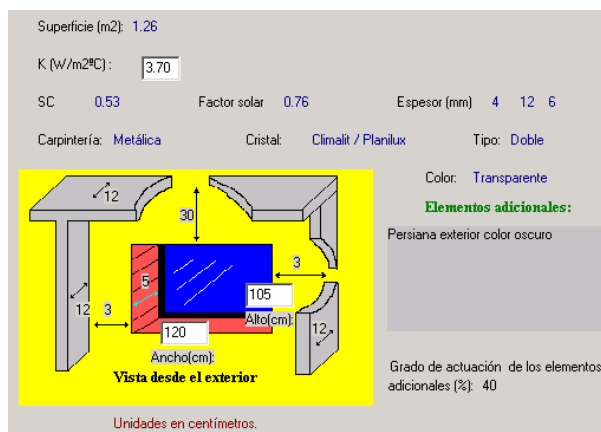


Figura 1.46 Finestra Bany 3



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Passadís (2)
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	2 x 0,53
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Nord

Taula 1.29 Descripció de *Finestra Passadís*



Figura 1.47 Finestra Passadís

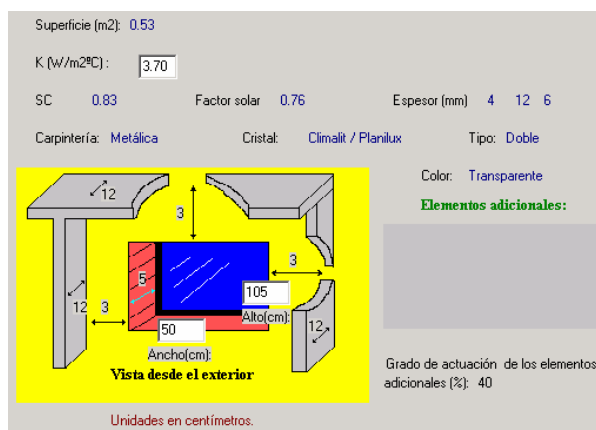


Figura 1.48 Finestra Passadís



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Finestra Escala (2)
Composició vidre	Gruix (mm)
Vidre transparent	4
Càmera d'aire	12
Vidre transparent	6
Fusteria	Metàl·lica
Gruix fusteria (mm)	50
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	3,7
Superfície total (m^2)	2 x 0,53
Grau d'actuació dels elements addicionals (%)	40
Orientació	Sud

Taula 1.30 Descripció de *Finestra Escala*



Figura 1.49 Finestra Escala

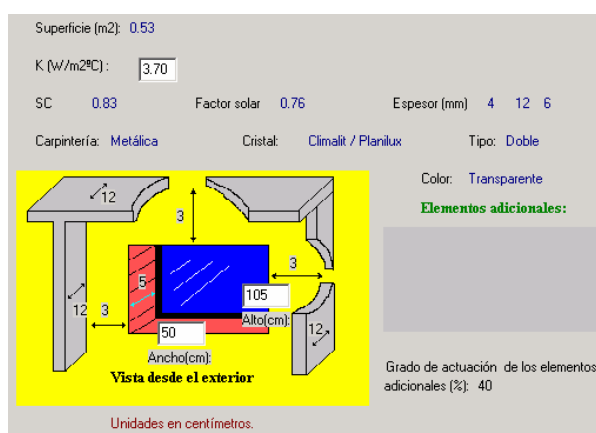


Figura 1.50 Finestra Escala



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Descripció	Porta Entrada		
Tipus vidre porta	Simple		
Gruix vidre (mm)	4		
Shading Coefficient (%)	87		
Tipus material porta	Fusta de cirerer		
Gruix fusteria (mm)	50		
Coefficient de transferència global ($W/^{\circ}C \cdot m^2$)	Fusta	Vidre	Equivalent
	2	5,8	2,69
Superfície total (m^2)	Fusta		Vidre
	2,58		0,57
Orientació	Nord		

Taula 1.31 Descripció de Porta Entrada



Figura 1.51 Porta Entrada

Superficie Total 3.15 m2
Superficie Acristalada 0.57 m2
K equivalente (W/m2°C): 2.69

Color: Medio

Orientación: Norte

Distancias en cm: 190, 30, 210, 150

Tipo Cristal Ventana: Simple K (W/m2°C): 5.80

Shading Coefficient (%): 87

Tipo Material Puerta: Madera K (W/m2°C): 2.00

Figura 1.52 Porta Entrada



1.6.4 Característiques dimensionals de les dependències

En la Taula 1.32 es defineixen les característiques dimensionals de les diferents dependències i l'ús a què estan destinades.

Dependència	Superfície (m²)	Alçada (m)	Volum (m³)	Ús
Menjador	27,90	2,50	69,75	Sala d'estar i menjador (climatitzada)
Safareig	6,32	2,50	15,80	Allotjar la rentadora, la planxa i emmagatzematge de productes (climatitzada)
Rebedor	4,73	2,50	11,83	Distribució cap a les altres dependències (climatitzada)
Cuina	11,17	2,50	27,93	Elaborar àpats, allotjar electrodomèstics (climatitzada)
Habitació Matrimoni	15,47	2,50	38,68	Habitació matrimoni (climatitzada)
Bany 1	5,43	2,50	13,58	Serveis: rentamans, vàter, bidet i banyera (climatitzada)
Bany 2	2,43	2,50	6,08	Serveis: vàter i rentamans (climatitzada)
Escala	5,40	5,40	29,16	(climatitzada)
Hab. Doble 1	16,29	2,50	40,73	Habitació doble (climatitzada)
Hab. Doble 2	16,18	2,50	40,45	Habitació doble (climatitzada)
Hab. Doble 3	10,35	2,50	25,88	Habitació doble (climatitzada)
Bany 3	8,35	2,50	20,88	Serveis: rentamans, vàter, bidet i banyera (climatitzada)
Passadís	4,19	2,50	10,48	Distribució cap a les altres dependències (climatitzada)
Vestidor	2,28	2,50	5,7	(climatitzada)

Taula 1.32 Característiques dimensionals de les dependències



1.6.5 Necessitats energètiques de l'habitatge

Les dades de la Taula 1.33 s'han extret de la realització dels càlculs de la potència de calefacció i refrigeració necessària per la vivenda (veure apartat 2.1.1).

Dependència	Superfície (m²)	Càrrega calefacció (W)	Càrrega refrigeració (W)
Menjador	27,90	2.419	3.018
Cuina	11,17	900	1.975
Safareig	6,32	602	1.133
Habitació Matrimoni	15,47	1.147	1.388
Bany 1	5,43	378	740
Bany 2	2,43	201	453
Rebedor	4,73	476	379
Escala	5,40	472	567
Habitació Doble 1	16,29	893	1.217
Habitació Doble 2	16,18	892	1.230
Habitació Doble 3	10,35	667	1.290
Vestidor	2,28	185	412
Bany 3	8,35	513	1.374
Passadís	4,19	277	561
TOTAL	136,49	10.000	10.669

Taula 1.33 Resultats del càlcul de les potències de calefacció i refrigeració

A més a més, a l'apartat 2.1.2, s'ha calculat l'energia consumida mensual d'ACS, els resultats es mostren a la Taula 1.34.

Mes	ACS (MJ)
Gener	819,34
Febrer	702,31
Març	701,26
Abril	622,37
Maig	575,90
Juny	494,03
Juliol	457,81
Agost	461,45
Setembre	499,31
Octubre	626,77
Novembre	712,04
Desembre	804,81
TOTAL	7.477,40

Taula 1.34 Energia total mensual de calefacció i ACS, en MJ/mes



1.7 ANÀLISI DE SOLUCIONS ADOPTADES

1.7.1 La sensació tèrmica

Quan s'aconsegueix equilibrar el balanç tèrmic entre el cos i l'ambient que ens envolta i s'aconsegueix mantenir la temperatura corporal constant, s'experimenta una sensació de benestar tèrmic que és el que es persegueix amb la climatització artificial dels edificis.

Però resulta que aquesta sensació de benestar és una sensació totalment subjectiva i que mai arriba a experimentar el 100% en un conjunt de persones, donant per bo quan aquest percentatge arriba fins a valors entre el 80 i el 90% dels ocupants d'un edifici o local.

La sensació de benestar tèrmic que pot experimentar un determinat individu, respon a unes condicions ambientals que permeten al subjecte mantenir constant la seva temperatura corporal mitjançant un funcionament "normal" del mecanisme fisiològic de regulació, que requereix accions del tipus vas-motor.

Ja que la constància de la temperatura corporal s'aconsegueix mitjançant la igualació entre les tasses de dissipació de calor cap a l'entorn i de generació de calor dins de l'organisme, la sensació tèrmica experimentada per un subjecte en un cert ambient, depèn no solament de les condicions ambientals (temperatura equivalent de l'entorn, pressió parcial del vapor d'aigua a l'aire i velocitat d'aquest), sinó també del nivell de l'activitat que desenvolupa, de la vestimenta que utilitzi e inclús del subjecte considerat, de manera que dos subjectes diferents poden experimentar sensacions tèrmiques diferents en un mateix ambient.

La major part de instal·lacions es dissenyen per climatitzar locals en els que els ocupants han de desenvolupar activitats de tipus sedentari i en quant a la vestimenta utilitzada, es sol utilitzar valors específics per la norma UNE 100-013-85.

1.7.2 Camps de benestar

A pesar de que el benestar és una sensació totalment subjectiva i per això variable d'un individu a un altre, estudis estadístics realitzats sobre amplies mostres de població, han permès establir uns intervals de valors per la temperatura equivalent i la humitat absoluta de l'aire, que determinen el *camp de benestar* per un individu mig.

Aquests rangs depenen de l'activitat física que es desenvolupi i del grau de vestimenta que es dugui, però com ja s'ha comentat a aplicar-los a persones concretes apareix l'aspecte subjectiu, de manera que els paràmetres de temperatura i humitat que es consideren òptims són sempre admesos en termes estadístics.

L'ASHRAE (Associació Americana d'Enginyers de Calefacció, Refredament i Aire Condicionat), ha proposat una gràfica molt utilitzada per a definir si una determinada combinació de temperatura i humitat relativa de l'aire es pot considerar com a confortable o no (veure Figura 1.53).

La temperatura que apareix en l'eix horitzontal del diagrama és l'anomenada temperatura seca, és a dir, la mesurada amb un termòmetre normal.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

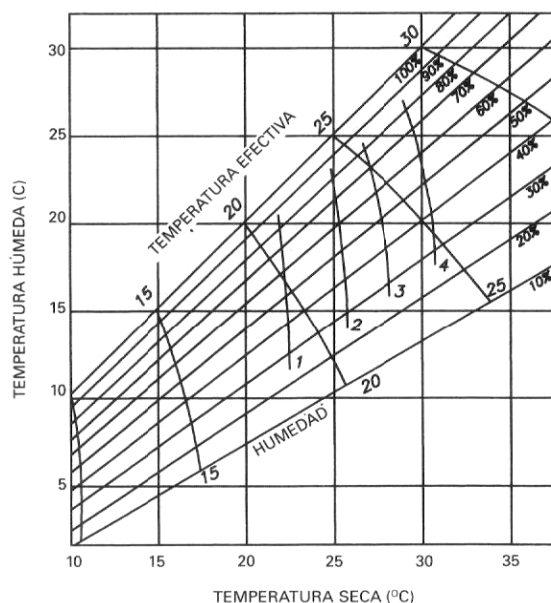


Figura.1.53 Diagrama de confort de l'ASHRAE

En l'eix vertical es representa la temperatura humida, que és la temperatura que es llegeix en un termòmetre el bulb del qual està envoltat d'una gasa porosa i mullada amb aigua, de manera que al circular pel bulb l'aire de l'ambient amb unes condicions d'humitat determinades s'evapora aigua de la gasa portant l'aire fins al 100% d'humitat relativa (saturació). Per a aquesta evaporació s'absorbeix calor de l'entorn baixant la temperatura del termòmetre humit.

De manera que la temperatura humida sempre és menor que la temperatura seca. Altres línies que apareixen en el gràfic de la figura anterior són les indicades pels nombres 15, 20, 25, 30, aquests indiquen temperatura efectiva. La temperatura efectiva és la temperatura de sensació deguda a la combinació de temperatura seca i humitat relativa de l'aire, per exemple, per a 22°C i un 60% d'humitat relativa la temperatura efectiva seria de 20°C.



El *Reglamento de Instalaciones Térmicas de la Edificación*, RITE, en la seva Instrucció Tècnica Complementària sobre condicions interiors, ITE.02.2.1 *Bienestar térmico*, diu:

“Les condicions interiors de disseny es fixaran en funció de l’activitat metabòlica de les persones i el seu grau de vestimenta, i en general estaran compreses entre els límits establerts a la Taula 1.35. El projectista podrà variar les condicions interiors indicades anteriorment depenent de l’ús dels locals.”

Estació	Temperatura operativa °C	Velocitat mitjana de l'aire m/s	Humitat relativa %
Estiu	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Hivern	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

Taula 1.35 Condicions interiors de disseny

1.7.3 Sistemes de calefacció

1.7.3.1 Introducció

S'anomenen *instal·lacions de calefacció*, a aquelles instal·lacions tèrmiques destinades a mantenir la temperatura ambient d'un determinat recinte a un nivell superior al de la temperatura a la que es troba l'entorn del recinte. Reben el nom de *instal·lacions de refrigeració* aquelles instal·lacions amb l'objectiu de mantenir el recinte a una temperatura inferior a la de l'ambient exterior. Si a més del control de temperatura es realitza un control de la humitat del recinte, les instal·lacions es denominen *instal·lacions de climatització*.

A continuació es descriuen les primeres instal·lacions anomenades, per això es començarà per plantejar l'esquema general de blocs d'aquest tipus d'instal·lacions, esquema que pot considerar-se integrat per tres grans blocs o subsistemes: *Producció de*



calor, Distribució i Emissió de calor, Figura 1.54. S'ha de destacar que en algun cas pot ser que no existeixi el subsistema de distribució, com es veurà en el seu moment.

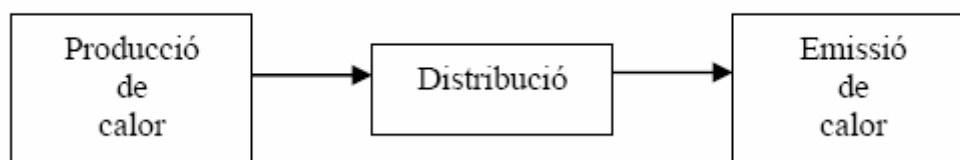


Figura 1.54 Esquema de blocs de les instal·lacions de calefacció

És evident que la instal·lació de calefacció serà en principi diferent segons el tamany i tipus de construcció dels locals a calefacter; per una altra part és de sentit comú el que una instal·lació de calefacció depengui de la climatologia del lloc i per lo tant que dos locals exactament iguals, però situats en condicions ambientals diferents, hagin de tenir instal·lacions diferents; així doncs, el sistema de calefacció estarà íntimament relacionat per una part amb el tamany i el tipus constructiu dels locals i per altra amb el ambient exterior.

1.7.3.2 Condicions que han de complir la calefacció i la refrigeració

La primera condició que ha de complir un sistema de calefacció, es que pugui integrar-se en l'edifici on s'hagi d'instal·lar, d'una manera total, adaptant-se íntegrament a les formes constructives del edifici i al règim d'utilització del mateix, donant resposta a totes les demandes calorífiques que precisa, seguint l'evolució de les seves pèrdues de calor.

Ha de tenir la capacitat de resposta suficient, per proporcionar la càrrega instantània màxima que es precisa, sense que resulti amb una inèrcia tèrmica excessiva i disposar dels mitjans precisos de regulació per evitar pèrdues energètiques i alteracions del

benestar tèrmic dels ocupants, pel que podrà ser capaç de treballar en condicions de càrregues parcials adequades a cada necessitat.

Avans d'escollir un sistema s'han de considerar una sèrie de paràmetres relacionats amb:

- La inversió
- L'edifici
- La carga tèrmica
- Les condicions externes

Respecte a la inversió, s'haurà de realitzar un estudi previ de l'amortització de la instal·lació, tenint en compte no solament les despeses inicials dels seus components bàsics (caldera, radiadors, etc.) sinó analitzant també les despeses d'explotació, segons el tipus de combustible utilitzat, la seva evolució i previsions futures, etc. I la rentabilitat de tot el conjunt, per a l'edifici que s'ha de calefactar en qüestió.

Requereix també fer un anàlisi del propi edifici fent referència a consideracions de la seva forma, el tipus de construcció, els espais disponibles al seu interior, l'orientació (com factor molt influent), la situació geogràfica i l'ús del mateix que condiciona la carga tèrmica precisa.

Aquesta carga tèrmica és el factor fonamental de la instal·lació de calefacció, pel que a la seva determinació, es farà necessari un estudi molt precís de la mateixa i de tots els factors que amb ella intervenen, com l'aïllament tèrmic dels tancaments, l'ocupació de l'edifici i les característiques dels seus ocupants, les pèrdues de calor i la seva evolució, i les aportacions energètiques en el cas que n'hi hagi.



Per últim, un altre condicionant per elegir un sistema, ha de ser les condicions externes del lloc on estigui situat l'edifici. D'aquestes condicions destaquen la temperatura (factor decisiu), la major o la menor exposició de l'edifici i els vents dominants a la zona.

Amb aquest anàlisis previ i un coneixement dels sistemes i les seves característiques fonamentals, es pot aconseguir l'elecció del sistema de calefacció *a mesura* per cada edifici, tenint en compte, els factors que diferencien uns sistemes d'altres.

Per tot això, per classificar els sistemes de calefacció s'han elegit precisament aquells factors que més diferencien unes instal·lacions d'altres, o aquells que marquen el sistema de calefacció per ser un factor transcendent pel sistema i que canvia completament l'equipament, la seva distribució o el seu propi funcionament.

1.7.3.3 Classificació dels sistemes de calefacció

a) Segons el medi emprat, i considerant els més clàssics i suficientment experimentats, poden ser:

- Calefacció per aigua calenta (inferior a 100°C o sobreescalfada, més de 100°C).
- Calefacció per vapor (a baixa o mitja pressió).
- Calefacció per aire calent.
- Calefacció elèctrica.

b) D'acord amb l'àmbit d'utilització, i tenint en compte la IT.IC.01 *Terminologia* a efectes d'aplicació del Reglament citat, es tenen:



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



- Calefacció unitària: en les que cada element és un generador de calor. És a dir, l'aparell calefactor és, alhora, el productor de calor, distribuïdor i projector.
 - Calefacció individual: són aquelles instal·lacions no unitàries, en les que la producció de calor és independent per a cada usuari.
 - Calefacció centralitzada: instal·lació en la que la producció de calor es realitza centralment, distribuint-se a diversos subsistemes o equips terminals que actuen sobre les condicions ambientals de locals o zones diferents.
 - Calefacció col·lectiva: són aquelles instal·lacions centralitzades en les que la producció de calor serveix a un conjunt d'usuaris dins d'un mateix edifici.
 - Calefacció urbana o per barris: són aquelles en les que la producció de calor és única per un conjunt d'usuaris que gaudeixen en una mateixa xarxa urbana. Consisteix en una àmplia instal·lació de calor centralitzada, que per mitjà d'una vasta xarxa de canonades de llarg abast distribueix l'energia calorífica per a fer-la arribar fins al consumidor
- c) Conforme al tipus d'unitat terminal, entenent-se per tal l'equip receptor d'aire o aigua que actua sobre les condicions ambientals d'una zona condicionada:
- Calefacció per radiadors
 - Calefacció per convectors
 - Calefacció per ventiloconvectors (fan-coil)
 - Calefacció per aerotèrms
 - Calefacció per terra radiant o sostre radiant
 - Altres
- d) Referit als combustibles que es poden cremar :
- Calefacció de carbó



- Calefacció de gas natural
- Calefacció de gasoil
- Calefacció de llenya
- Altres

Les combinacions dels diferents sistemes mencionats donen lloc a un ampli nombre de varis procediments que, alguns, són escassament emprats a Espanya.

A continuació s'explica d'una manera més detallada en que consisteixen els diferents sistemes de calefacció considerants els més clàssics: aigua calenta, aire calent i elèctrica.

1.7.3.4 Calefacció per aigua calenta: emissors de calor

Els sistemes de calefacció per aigua calenta es basen en el transport de l'energia calorífica essent el seu vehicle l'aigua escalfada, la qual al circular entre els elements productors i emissors de calor, aquests últims transfereixen l'energia calorífica a l'ambient. L'aigua calenta, un cop cedida una part de la seva calor als emissors, torna al punt de partida mitjançant la xarxa de retorn i a més baixa temperatura.

El mètode més utilitzat és aquell que aprofita la calor generada a la caldera per tal d'eleva la temperatura d'una massa d'aigua fins a 80-90°C. La quantitat de calor circulat és igual a la massa de l'aigua que transita, mesurada en kilograms, multiplicada per la seva calor específica i per la diferència de temperatura de l'aigua.



Modalitats

- Per gravetat
- Per circulació forçada mitjançant bomba

Per gravetat s'aprofita la característica de que l'aigua calenta pesa menys que la freda. És a dir, es fonamenta en el fet que les diferències de pes específic, entre l'aigua calenta i la freda, donen lloc a que s'estableixi una circulació de cabal. Per tal que la força motriu sigui suficient per a una correcta circulació, es precisa circular amb salts de temperatura entre l'anada i la tornada d'uns 15-20°C.

Les canonades en els sistemes per gravetat són de major diàmetre que en els de circulació impulsada per bomba, per evitar pèrdues de pressió excessives per fregament a la canonada, que fa que disminueixi la pressió efectiva aconseguida per la diferència de densitats. En aquest cas, la caldera ha de situar-se a una cota inferior a la dels emissors (radiadors, tubs d'aletes, etc.) per a que es pugui originar l'efecte "termosifó".

El salt tèrmic més comú per a les instal·lacions corrents de calefacció per gravetat és de 20°C, és a dir, l'aigua surt de la caldera a 80-90°C i després d'haver cedit calor als emissors, retorna entre 60-70°C, amb el que la seva capacitat transportadora de calor és de 8.372 J (20 kcal) per cada kg/h d'aigua circulant.

Per gravetat, la circulació normal de l'aigua resulta lenta per a la seva posta en règim i no arriba a una pressió de circulació important, de manera que és obligatori que els radiadors es trobin col·locats per sota de les canonades principals.

Per a esmenar aquest inconvenient es recorre a un activador circulatori, és a dir, una bomba impulsora que mou l'aigua calenta procedent de la caldera, coneixent-se el



procediment com de circulació forçada per bomba, que, a més a més, permet dissenyar les canonades amb diàmetres menors i la posició relativa de la caldera respecte els radiadors pot ser diferent. Així mateix, el salt tèrmic és menor, de 10 a 15°C.

La missió que té la bomba acceleradora és la d'impulsar l'aigua i produir una ràpida circulació en l'interior del circuit de calefacció, igualant la temperatura dels radiadors.

En l'actualitat han caigut en desús les instal·lacions per gravetat realitzant-se totes mitjançant circulació forçada a través de bomba.

Instal·lacions monotubulars i bitubulars

Dins de la distribució d'aigua calenta als emissors poden distingir-se dos conceptes o maneres de realitzar-la:

- Sistema monotubular
- Sistema bitubular

En el *sistema monotubular*, tot el conjunt, canonades i radiadors, està connectat mitjançant una única canonada de distribució de l'aigua calenta, formant un circuit tancat de manera que l'aigua que circula pel circuit passa per tots els radiadors, i, conseqüentment, la temperatura de l'aigua va disminuint a mesura que s'apropa cap a l'últim radiador de l'anell. En aquest sistema, el salt tèrmic previst no sobrepassa els 10°C per evitar un refredament desmesurat que faci necessari augmentar les superfícies emissores de calor dels radiadors més allunyats que integren la instal·lació.

La xarxa de circulació monotubular, encara que és senzilla i econòmica, només és aconsellable en instal·lacions petites; havent-se col·locat en vivendes unifamiliars i individuals, no són recomanables degut a que no es pot regular l'emissió calorífica de



cada element actuant sobre el cabal d'aigua d'entrada, afegint el trastorn que comporta una avaria en un dels emissors a l'haver d'interrompre el servei, deixant tallat el subministrament de calefacció.

Els *sistemes bitubulars* es caracteritzen per l'existència de dos tubs o canonada doble, una d'anada i una altra de retorn, muntades en paral·lel, establint-se el retorn directe o invertit segons circuli l'aigua en la mateixa direcció o a l'inversa, essent aquesta última la solució més correcta. Amb aquesta disposició s'assegura que l'aigua entri als emissors a la mateixa temperatura, estant el salt tèrmic entre 15 i 20°C.

1.7.3.4.1 Components d'una instal·lació

Bàsicament, una instal·lació de calefacció es compon de:

- Caldera de calefacció
- Dipòsit d'expansió
- Bomba de circulació
- Elements emissors de calor
- Canonades

Entre la caldera, o generador de calor, encarregada de produir la calor i transmetre-la a l'aigua freda per elevar la seva temperatura i escalfar-la, i la resta dels components, existeix una xarxa de canonades que els uneix en un circuit tancat.



Calderes de calefacció

Últimament, les calderes han evolucionat considerablement degut, sobretot, a l'encariment dels combustibles, fet que ha obligat els fabricants a dissenyar calderes amb un alt nivell de rendiment.

La caldera és el component principal d'una instal·lació de calefacció. En ella, la calor produïda al cremar-se un combustible es transfereix al fluid contingut a la caldera, que és, normalment, aigua, passant aleshores a anomenar-se calderes d'aigua calenta.

La combustió que es genera en una caldera és la reacció que s'origina a l'estar present un combustible, l'oxigen que conté l'aire i una flama, donant lloc a un desprendiment de calor.

L'aire que es precisa per a la combustió s'introdueix en la cambra de combustió de manera natural, ja sigui mitjançant el tir de la xemeneia (calderes funcionant amb combustible sòlid), o tir forçat, gràcies a un ventilador que duu incorporat el cremador mecànic.

El pas de la calor d'un cos o d'un ambient a un altre es produeix quan entre ambdós existeix una diferència de temperatures, donant-se a la caldera tres zones que es troben a desigual temperatura, el qual provoca un bescanvi o transmissió de calor de la zona més calenta a la més freda.

Aquesta transferència de calor té lloc per radiació, convecció i conducció. A la caldera, la radiació ve protagonitzada per la simple acció de la flama sense estar en contacte amb les parets; la convecció es motiva pel desplaçament de les molècules dels gasos de



combustió en tot el recorregut; i la conducció és ocasionada per la incidència de la flama sobre la superfície de la cambra de combustió i les del circuit de fums. D'aquí, mitjançant convecció, passa a l'aigua de la caldera.

Les calderes, segons el combustible a consumir, es classifiquen en:

- Calderes per a combustibles sòlids (llenya o carbó)
- Calderes per a combustibles fluids (gasoil o gas)
- Calderes elèctriques

I conforme al material de què estan construïdes:

- Calderes de fosa (formades per elements de fosa gris)
- Calderes de xapa (fabricades amb xapa d'acer)

Els cremadors per a combustibles sòlids, abans d'efectuar la barreja, han de pulveritzar o vaporitzar el combustible, de tal manera que la superfície de contacte entre els components sigui la màxima possible.

Es pot resumir en unes breus línies la classificació que pot fer-se dels cremadors d'oli combustible:

- *Cremadors de vaporització.* L'oli s'encén en una cubeta on es vaporitza i l'aire de combustió entra a través d'uns orificis, per mitjà d'un ventilador o per tir natural.
- *Cremadors de polvorització mecànica.* L'oli es duu al broquet on es polvoritza en microscòpiques gotes i, en gran part, es vaporitza a causa de l'alta temperatura existent a la llar de la caldera. Aquests cremadors són els més utilitzats en instal·lacions de calefacció amb gasoil com a combustible.



- *Cremadors de polvorització per injecció.* En aquests cremadors, la polvorització s'aconsegueix per l'acció injectora de tot o part de l'aire de combustió.
- *Cremadors de polvorització per vapor.* Aquí, el cremador empra vapor d'aigua per a la polvorització del combustible en lloc d'aire.
- *Cremadors de polvorització per emulsió.* El combustible i part de l'aire de combustió es mesclen abans de la sortida al broquet. La resta de l'aire de combustió, impulsat per un ventilador de baixa pressió, entra directament al capçal del cremador.
- *Cremadors rotatius.* El combustible flueix per un eix central fins un recipient a manera de tremuja col·locat a la cambra de combustió. La polvorització s'aconsegueix gràcies a la força centrífuga aplicada a l'oli de la tremuja.

L'element més important d'una caldera és el cremador. La finalitat principal d'un cremador és barrejar el combustible amb l'aire aportat i consumir per mitjà de foc la mescla.

Cal distingir entre dos models de cremadors, ja sigui per a cremar:

- Combustibles sòlids
- Combustibles gasosos

Els cremadors per a combustibles gasosos s'ordenen segons el gas a cremar (gas ciutat, gas natural, GLP's), i la pressió d'alimentació del gas: baixa pressió, fins a 5 kPa, i alta pressió, fins a 300 kPa. El sistema d'alimentació d'aire pot ser sense ventilador o amb ventilador.



Elements emissors de calor

Els elements emissors de calor o unitats terminals més tradicionalment utilitzats, per calderes convencionals d'aigua calenta, són els radiadors i aerotèrms, independentment d'altres focus de calor com els fan-coils o terra radiant quan s'apliquen bombes de calor o altres generadors a baixa temperatura.

Els radiadors tenen l'objectiu de posar en comunicació el circuit d'aigua calenta amb els ambients que han de ser escalfats, és a dir, emeten calor a l'ambient augmentant la seva temperatura. El cos emissor de calor resulta ser un bescanviador de calor entre el fluid caloportador primari, l'aigua, i el secundari, l'aire de l'ambient. L'aigua i l'aire poden circular per entre o sobre la superfície de bescanvi tèrmic per medis naturals o forçats, encara que la majoria de les unitats terminals tenen circulació forçada d'aigua i natural d'aire.

La transmissió de calor dels radiadors o emissió de calor per les seves parets, es fa per convecció natural pel costat de l'aigua (part superior) i per radiació pel costat de l'aire (part frontal).

Les unitats terminals han de tenir una potència calorífica capaç d'aportar als locals les seves necessitats tèrmiques. A més a més, s'ha de tenir present els rendiments que aquests gaudiran en els seus emplaçaments definitius, doncs els valors de transmissió disminueixen entre un 2% a un 30% segons la seva col·locació.

La potència calorífica que desprèn qualsevol unitat terminal ve en funció de la diferència de temperatures entre l'emissor i l'aire ambient. Quan es tracta de radiadors, els fabricants, al facilitar les dimensions de construcció de l'emissor, inclouen en els



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



seus catàlegs taules de rendiments calorífics per a una diferència de temperatures entre la temperatura mitjana del radiador i l'ambient de 60°C.

A partir de la Figura 1.55 es dedueix el salt tèrmic ΔT que és la diferència entre la temperatura mitjana del radiador i la temperatura de l'ambient, i la potència tèrmica nominal que és la calor emesa per unitat de temps per un element del radiador sense revestir a una temperatura de l'aire ambient $T_a = 20^\circ\text{C}$ i una temperatura mitjana del radiador $T_m = 80^\circ\text{C}$ (salt tèrmic $\Delta T = 60^\circ\text{C}$). Aquesta última dada la recullen els fabricants de radiadors en els seus catàlegs per a cada model de radiador.

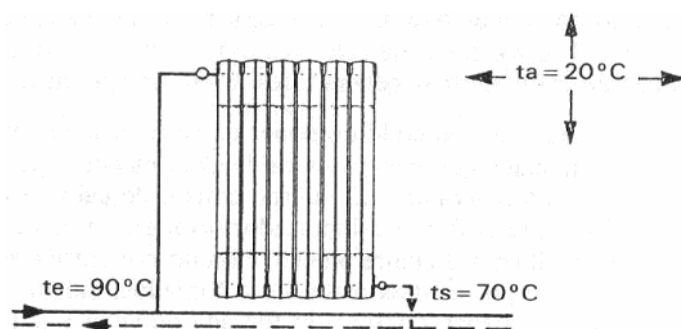


Figura 1.55 Temperatures de base per al càlcul del salt tèrmic d'un radiador

L'expressió que relaciona les potències calorífiques per a diferents salts tèrmics amb l'ambient és la següent:

$$Q = Q_{60} \cdot \left(\frac{\Delta T}{60} \right)^n$$

Eq. 1.1

On:

Q : potència calorífica de l'emissor per a Δt diferent de 60°C (W),

Q_{60} potència calorífica de l'emissor a $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ (la que proporcionen els catàlegs),



ΔT : salt tèrmic diferent del normalitzat,

n : exponent de la corba característica de l'emissor homologats per una norma.

1.7.3.5 Calefacció radiant

El nom de calefacció radiant pot induir a error, per això s'ha de destacar que s'engloben aquí aquells casos en els que els aparells emissors presenten una gran superfície aparent, són aproximadament plans i la seva transmissió calorífica per radiació és almenys quantitativament, igual a la de convecció.

Dins de la calefacció radiant, es poden distingir tres casos diferents:

- Calefacció per terra
- Calefacció per parets verticals
- Calefacció per sostre

L'última novetat apareguda al mercat a principis dels anys noranta és la utilització dels sistemes radiants com a sistemes de refrescament. La temperatura del cos humà està per sobre els 36,5°C. Aquest radiarà energia procedent dels processos metabòlics a l'ambient amb més facilitat si es disminueix la temperatura de les superfícies que l'envolten. Això es pot aconseguir fent circular aigua freda per les canonades embotides.

La possibilitat d'utilitzar la mateixa xarxa de canonades insertades en el paviment per a calefacció i refrigeració per radiació augmenta encara més el seu mercat. El límit de refredament de les superfícies estarà en la temperatura de rosada de l'aire ambient, que serà funció del seu contingut d'humitat, amb l'objecte d'evitar les condensacions d'aigua.



La superfície en la que és més fàcil implementar un sistema radiant és el terra. Les parets presenten el problema de que es cobreixen amb mobles i altres elements. El sostre és una mica menys eficient donat que les canonades no s'envolten amb morters sinó que es munten en una cambra d'aire que és la que bescanvia calor amb el material de construcció, a més a més, el bescanvi convectiu del sostre és més desfavorable; tot i això per a sistemes de refrescament el sostre és el lloc idoni, ja que a més a més del bescanvi per radiació, el bescanvi convectiu es veu afavorit en unes condicions òptimes de contrucció.

Des del punt de vista del confort és ideal poder controlar la temperatura de totes les superfícies que envolten el subjecte, doncs si el cos humà emet radiació calòrica de manera uniforme en totes les direccions es produirà una millor sensació de benestar. A més a més, des de la perspectiva de l'estalvi energètic, la temperatura de treball del fluid podrà ser inferior per a l'efecte de calefacció i superior per a l'efecte de refrescament si les superfícies bescanviadores són parets, terres i sostres. No obstant, la inversió necessària per aconseguir aquest objectiu limita evidentment la instal·lació a la utilització del terra en la majoria dels casos i ocasionalment al sostre, sobre tot pel cas de sostres freds.

En els gràfics de la Figura 1.56 es pot observar la distribució de temperatures d'una calefacció ideal i les dels diferents sistemes de calefacció. Com es pot veure, el sistema que més s'aproxima a l'ideal és el del paviment radiant.

Es sap per pròpia experiència que la sensació de fred normalment es comença a notar pels peus, d'aquí l'ús estès del braser, fins i tot en vivendes que disposen de calefacció per aire o radiadors. Per una altra banda, si a l'alçada del cap la temperatura és excessiva les persones tenen sensació de malestar, entre altres causes degut a la respiració d'aire calent. Si a l'alçada dels peus hi ha 24°C i a 1,80 m del terra 18°C, les persones estaran confortables respirant aire fresc.



1.7.3.5.1 Diferències amb la resta dels sistemes de calefacció

Les diferències principals de la calefacció radiant amb la resta dels sistemes de calefacció s'enumeren a continuació:

1. La temperatura de treball de l'aigua està entre 30 i 50°C, no superant mai els 55°C. Els sistemes de radiadors funcionen amb aigua entre 70 i 90°C. Això permet utilitzar generadors de calor de baixa temperatura com poden ser les bombes de calor o els panells solars, així com qualsevol tipus de caldera elèctrica, de gas o gasoil, evitant el risc de cremades.

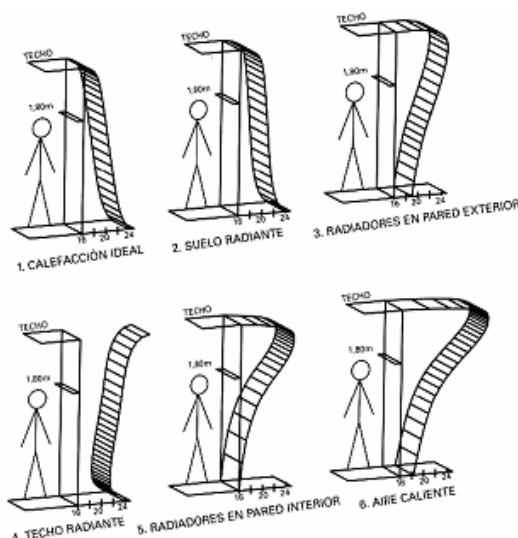


Figura 1.56 Distribució de temperatures segons l'alçada per a diferents sistemes de calefacció

2. En un local calefactual per aquest sistema la temperatura és molt uniforme. No existeixen zones fredes i zones calentes com succeeix en calefaccions per aire o per radiadors. Les asimetries radiants provocades per grans finestrals poden ser compensades amb un augment de la densitat dels tubs embotits en les zones on es trobin aquestes superfícies.



-
3. L'absència en parets i sostres d'emissors de calor permet més versatilitat en les propostes de decoració i disposició del mobiliari augmentant el confort visual i l'estètica.
4. La velocitat de circulació de l'aire no supera els 0,05 m/s de manera que no hi ha moviments de pols ni ennegriments de parets i cortines, per aquest motiu s'evita la sensació desagradable de corrents fluctuants d'aire. Els radiadors que es col·loquen a les parets només irradien entre un 10 i un 30% de la seva potència calorífica, la resta de l'emissió la realitzen per convecció. En una superfície radiant la radiació representa més del 60% de la seva potència calorífica.
5. Des del punt de vista de la salut disminueix la probabilitat de contreure afeccions respiratòries, al no existir pràcticament corrents d'aire i no influir de manera important a la humitat relativa, ja que es treballa amb una temperatura seca de l'aire ambient d'almenys dos graus per sota que amb altres calefaccions. Evita el mal de cap i atordiment provocat per aire excessivament calent al voltant del cap, es mantenen els peus calents i el cap serà.
6. En locals amb sostres alts com esglésies, auditoris, teatres, cinemes, etc., l'estalvi energètic és substancial, ja que es treballa amb una temperatura de l'aire ambient inferior almenys en 2°C als sistemes que utilitzen exclusivament aire com a vehicle portador de calor. Cal tenir en compte que en aquests edificis el volum a tractar és molt elevat i per circulació natural s'acumula en les zones més altes de l'edificació.
7. Un sistema radiant compleix millor que cap altre amb les condicions interiors de benestar tèrmic establertes al RITE en la seva ITE 02.2.1, en el que es fa referència al gradient tèrmic segons l'alçada i la velocitat de circulació de l'aire.
-



8. Tenint en compte que en l'interval de temperatures ambient de 20 a 28°C el cos humà bescanvia un 30% de calor per convecció, un 40% per radiació i un 25% per evapotranspiració. De manera que escalfant o refredant superfícies grans augmentarem l'eficàcia dels bescanvis entre el cos i l'entorn.

A més de les característiques enumerades a l'apartat anterior, una de les principals avantatges d'un sistema radiant és l'estalvi energètic que produeix en comparació amb altres sistemes que utilitzen el mateix tipus d'energia primària. Podem enumerar les següents causes de la seva eficiència energètica:

- Menor temperatura de l'aigua de distribució.
- Menor temperatura del sostre.
- Menor temperatura de l'aire de l'ambient.
- Aprofitament de les aportacions gratuïtes de calor.
- Capacitat de redistribució de la calor.

1.7.3.5.2 Tipus de circuits

Existeixen tres tipus principals de configuracions de circuits de canonades per a la calefacció sota terra. En general, quan es formulen els plànols de la disposició de les canonades, s'hauria de tenir el compte el fet de dirigir el flux d'alimentació cap a les parets externes o cap a altres àrees potencialment fredes.

La configuració A o serpentí simple (veure Figura 1.57), ofereix facilitat d'instal·lació de les canonades, però amb una distribució menys uniforme de la calor sobre la superfície del terra. Les variacions de temperatura es mantenen al mínim dins de zones petites. El salt tèrmic considerat entre anada i retorn ha d'estar entre 5 i 10°C per aconseguir una temperatura del terra el més uniforme possible. El seu desavantatge és que té radi de



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



curvatura petits, de manera que per instal·lar la configuració A es recomana un tub molt flexible.

La Figura 1.58 mostra una gràfica on es representa la distribució de temperatures de l'aigua d'anada i retorn a l'interior del tub en una configuració A.

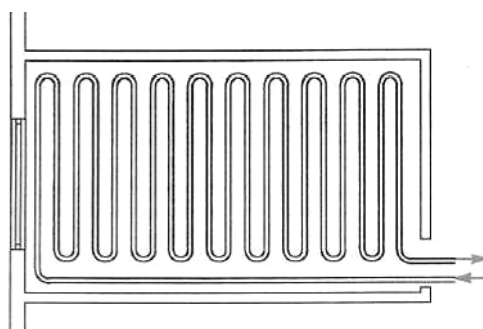


Figura 1.57 Configuració A

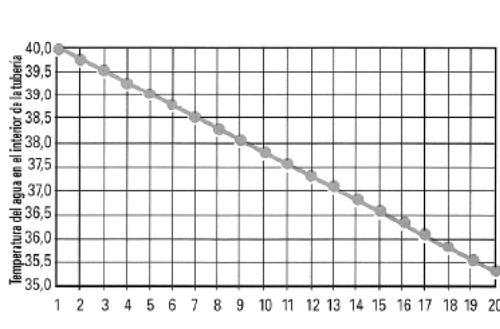


Figura 1.58 Distribució de temperatures (A)

La configuració B o doble serpentinat (Figura 1.59), proporciona una temperatura mitjana uniforme, però amb una major variació de temperatura dins d'àrees petites. Aquesta configuració permet salts tèrmics majors entre anada i tornada (15°C) sense afectar significativament a la uniformitat de la temperatura del terra.

Les característiques d'aquesta configuració consisteixen en que les canonades d'alimentació i retorn dels circuits de canonades estan disposats en paral·lel. La Figura 1.60 mostra la distribució de temperatures d'aquesta configuració.

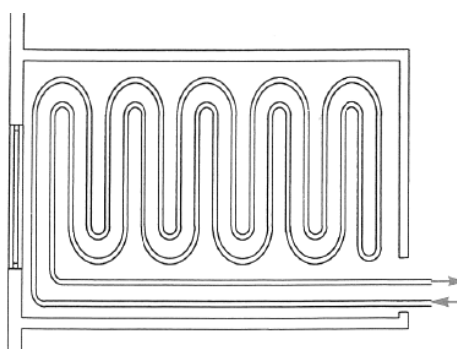


Figura 1.59 Configuració B

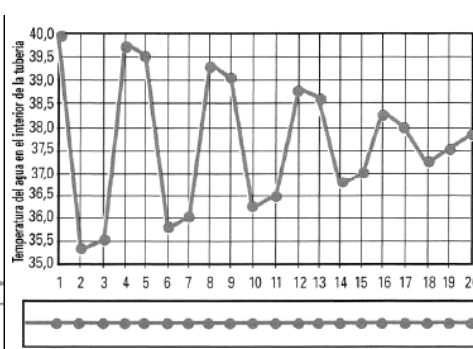


Figura 1.60 Distribució de temperatures (B)



1.7.3.6.1 Aeroescalfadors

Dins de la gama d'aparells de calefacció destinats principalment a escalfar naus o amplis espais comercials o industrials, troben gran aplicació els aeroescalfadors, anomenats igualment aerotermes, que són unitats autònomes que funcionen amb aigua calenta o sobreescalfada, o bé amb cremadors de gas ciutat, natural o propà. Treballen amb potències que van des de 8 fins a 70 kW.

1.7.3.6.2 Generadors

Generalment, el nucli d'un equip calefactor per aire calent està constituït per un calorífer encarregat d'eleva la temperatura d'una massa d'aire sotmesa a la seva acció, formant el grup escalfador una unitat compacta amb el grup impulsor d'aire que sol ser un ventilador centrífug, portant, en aquest cas, una cambra de combustió per a gas ciutat, gas butà, propà o natural.

La descàrrega de l'aire calent impulsat pot fer-se de manera que circuli lliurement per l'espai habitat o bé que discorri per l'interior del fals sostre del passadís o distribuïdor, que farà la funció de conducte de circulació. Des d'allà serà distribuït per les diferents dependències, mitjançant reixetes de descàrrega de tipus persiana, l'angle d'obertura de les quals sol ser regulable.

Normalment, l'aire calent és dirigit i distribuït a les habitacions mitjançant conductes que recorren el sostre, sortint del ramal principal diverses ramificacions secundàries que descarreguen l'aire calent, per mitjà de reixetes amb lames orientables, a les habitacions que es desitgin escalfar. Usualment, existeixen dos canals o conductes: un a nivell del terra per encarrilar l'aire fred cap al generador, on passarà a escalfar-se, i l'altre a ras de sostre com ja s'ha exposat. La Figura 1.63 ho il·lustra.



1.7.3.7 Calefacció elèctrica per efecte Joule

Es denominen instal·lacions de calefacció elèctrica aquelles instal·lacions que utilitzen l'electricitat com a font energètica (efecte Joule). Joule va descobrir experimentalment que la calor que dissipa un conductor al pas d'un corrent elèctric constant és:

- Proporcional al temps transcorregut
- Proporcional al quadrat de la intensitat de corrent
- Proporcional a la resistència del conductor

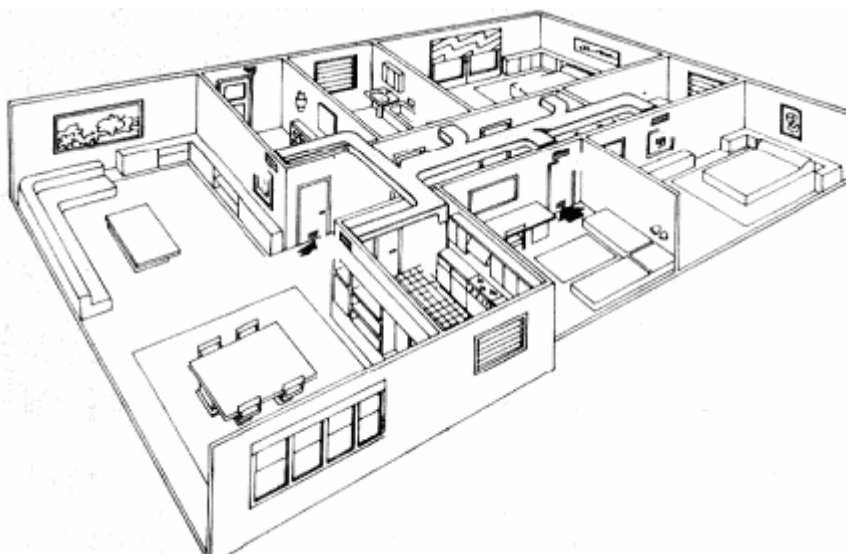


Figura 1.63 Distribució de l'aire per conductes.

Els sistemes de calefacció elèctrica es poden classificar en dos grans grups:

- Calefacció directa
- Calefacció per acumulació



El primer grup està format per aquells aparells que cedeixen calor a l'ambient conforme es va produint, mentre que els equips de calefacció per acumulació, tal i com indica el seu nom, permeten produir i emmagatzemar calor durant un cert període de temps, per a cedir-la a l'ambient quan sigui necessari.

La calefacció elèctrica s'empra usualment en instal·lacions unitàries i individuals, encara que en alguns casos es pot utilitzar en instal·lacions col·lectives o centralitzades. La utilització de l'energia elèctrica en sistemes unitaris presenta certs avantatges sobre altres sistemes de calefacció destacant fonamentalment les següents:

- Ocupa poc espai, al no requerir dipòsits de combustible, sales de calderes, etc.
- Els aparells de calefacció poden ser col·locats en diferents llocs, permetent la redistribució dels locals.
- És neta i silenciosa.

Per contra, cal destacar que és normalment l'energia més costosa, encara que l'aplicació de la tarifa nocturna abarateix enormement l'energia i fa viables els sistemes d'acumulació. Per la seva part els sistemes de calefacció directa són adients només en instal·lacions unitàries o individuals de petita potència, degut precisament al cost de l'energia.

1.7.3.7.1 Sistemes unitaris de calefacció directa

Els sistemes unitaris poden classificar-se, atenent al mecanisme de transmissió de calor que predomina en la transferència energètica a l'ambient, en equips de convecció, radiació i convecció-radiació.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Entre els equips que empen la convecció com a mecanisme bàsic de transmissió de calor, poden citar-se:

- Convectors

Estan especialment dissenyats per accelerar el moviment ascendent de l'aire calent, mitjançant una carcassa o cos que produeix un efecte anàleg al d'una xemeneia, efectuant-se l'escalfament de l'aire en una resistència elèctrica col·locada en la zona inferior de la carcassa; a la sortida de l'aparell l'aire és dirigit mitjançant una reixeta, amb la finalitat de millorar la distribució dins l'habitació i separar la corrent ascendent de la paret (Figura 1.64). Tenen un cost baix i presenten escasses avaries. La gamma de potència oscil·la entre 300 i 2.000 W.

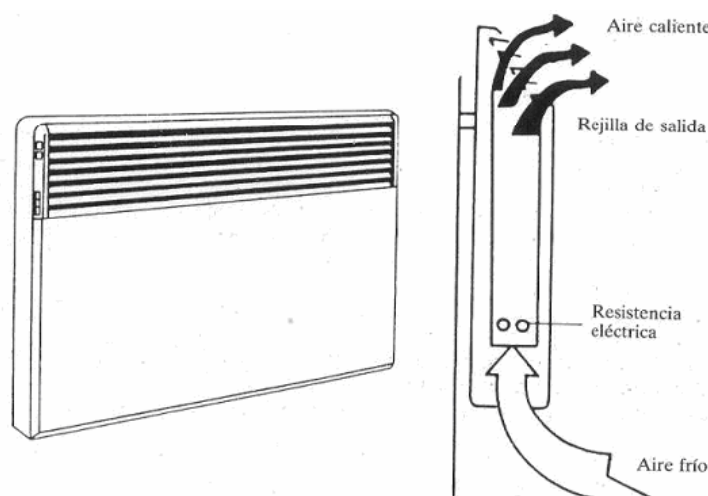


Figura 1.64 Calefacció elèctrica per convectors

- Ventilconvectors

Consisteixen bàsicament en un convector dotat d'un ventilador que aspira l'aire fred de l'habitació, impulsant-lo a través de resistències elèctriques amb les quals va dotat l'aparell i enviant-lo calent a l'interior de l'habitació.



- Calor negra

Consisteix fonamentalment en una resistència elèctrica tancada en una carcassa de xapa. La seva denominació es deu al fet que la resistència no es posa al roig, mantenint-se en una tonalitat fosca. El seu únic avantatge és el preu, molt baix, fet que usualment repercuteix en la qualitat.

Entre els que utilitzen bàsicament la radiació tèrmica, mereixen citar-se:

- Radiació per sostre o per terra

Consistent en la instal·lació d'elements elèctrics (cables o panells) al sostre o terra de les habitacions. Els cables són resistències elèctriques en forma de fil, cobertes per una o varies capes protectores. Els panells són també resistències col·locades entre dues làmines no conductores que els serveixen de suport. S'aconsegueix un bon confort i permetent la regulació habitació per habitació, com la resta dels sistemes unitaris i posseint l'avantatge addicional de no ocupar espai.

- Panells radiants

Estan formats per resistències elèctriques instal·lades dins d'un embolcall metàl·lic llis, notablement tancada, emetent calor fonamentalment per radiació. La temperatura de la superfícies és baixa, no necessitant reixetes de protecció, però requereix grans superfícies lliures per la seva col·locació, ja que la seva baixa temperatura comporta una gran àrea de bescanvi.

Per últim, entre els equips de convecció-radiació destaquen els següents:

- Radiadors d'oli



Estan constituïts per una carcassa de xapa similar a la dels radiadors tradicionals, en l'interior del qual i a la seva part inferior duu una resistència elèctrica submergida en un oli tèrmic. L'emissió de calor és per radiació i convecció, depenent la proporció entre ambdues de la forma del radiador. Degut a la inèrcia tèrmica que presenten, són molt apropiats per a vivendes d'ocupació permanent.

- Sòcols calefactores

Consisteixen en una resistència elèctrica, allotjada en una carcassa metàl·lica, plastificada, allargada i estreta, dissenyada en forma de sòcol per a substituir aquest; permeten una distribució homogènia de temperatura i posseeixen l'avantatge d'ocupar poc espai.

1.7.3.7.2 Sistemes unitaris de calefacció per acumulació

Els sistemes d'acumulació emmagatzemen la calor durant la nit, amb energia elèctrica de menor cost, i el subministren quan és precís. La calor es genera en resistències elèctriques de crom-niquel, col·locades en blocs de material refractari, arribant-se a temperatures de 600-700°C al final de la càrrega. El conjunt s'envolta amb material aïllant que conserva la calor acumulada alhora que evita una temperatura superficial elevada a la carcassa de l'aparell.

L'acumulació de calor en aquests aparells es basa en l'emmagatzematge d'energia durant la nit, en un màxim de vuit hores, i la restitució de calor emmagatzemat a l'ambient durant les setze hores restants, existint durant la nit unes petites pèrdues de calor a través de l'aïllament fonamentalment, que ajuden a mantenir la temperatura de l'habitació.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



La calor acumulada pot cedir-se a l'ambient per convecció natural i radiació (acumuladors estàtics) o mitjançant corrents d'aire impulsat per ventiladors i radiació (acumuladors dinàmics).

- Acumuladors estàtics

En aquests aparells la calor se cedeix principalment per radiació a través de la carcassa metàl·lica i per convecció natural, mitjançant el corrent d'aire que pot circular a través dels canals existents al refractari i entre la carcassa i l'aïllant (Figura 1.65)

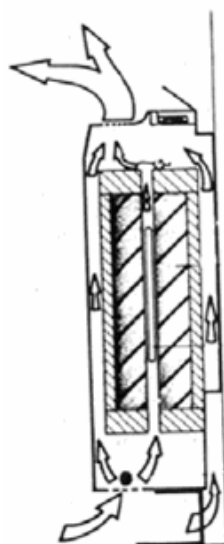


Figura 1.65 Acumulador elèctric estàtic

La cessió de calor es realitza, durant el període de càrrega, per radiació i convecció a través dels canals entre la carcassa i aïllament, quedant una part de la calor acumulada al bloc de refractari que pot ser evacuada durant el dia per convecció natural a través dels canals col·locats al refractari i per radiació de la carcassa.

- Acumuladors dinàmics



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Són similars als acumuladors estàtics, però estan dotats d'un ventilador que força el moviment de l'aire a través dels canals existents en el refractari (Figura 1.66). La sortida de l'aire calent es situa usualment a la part inferior de l'aparell, fet que dificulta la convecció natural, reduint-se significativament les pèrdues durant el període de càrrega (aproximadament un 15%), així com la descàrrega diürna incontrolada (aproximadament un 40%), de manera que la descàrrega controlada s'eleva fins a un 45% de la potència nominal de l'aparell.

En ambdós tipus d'acumuladors el sistema de regulació de la càrrega pot ser manual o bé automàtic. En el segon cas, una sonda exterior mesura la temperatura durant la nit i en funció de la calor residual emmagatzemada en el bloc, el sistema determina la quantitat d'energia a emmagatzemar pel dia següent, així com el moment d'inici de la càrrega.

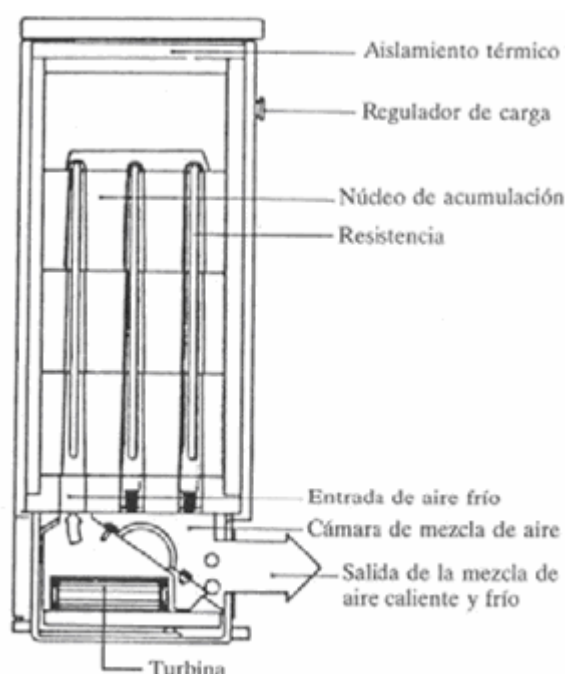


Figura 1.66 Acumulador elèctric dinàmic



1.7.4 Sistemes de refrigeració

1.7.4.1 Principi de la refrigeració

La producció de calor a través del consum de combustibles fòssils com el carbó, el gasoil o el gas natural és un fet ben conegut. També és coneguda la fàcil transformació directa d'energia elèctrica en tèrmica mitjançant l'efecte Joule.

En canvi, no són tan coneguts els procediments per absorbir calor, o com es diria equívocament, per a “produir fred”. En tots els casos es tracta en realitat d'utilitzar la propietat de transmissió tèrmica entre matèries. A continuació es cita textualment la seva definició extreta del llibre de la **Dra. Lluïsa F. Cabeza**, *Transferència de Calor*, Quaderns EPS-Núm. 52:

“es genera aire a baixa temperatura, o millor dit, amb *escassa energia tèrmica*, que al barrejar-se amb el de l'ambient a major temperatura, o més ben dit, amb *major quantitat d'energia tèrmica*, provoca que el segon cedeixi calor al primer i així la mescla resultant tingui una temperatura intermèdia, o dit d'una altra manera, amb una *energia tèrmica intermèdia*.”

Similar resultat s'obtindria al fer passar l'aire ambient que volem refredar a través d'un entramat metàl·lic que alhora estigués a baixa temperatura. En aquest cas seria aquell element metàl·lic el que absorbís la calor.

Però en un i altre cas sempre es parteix d'una matèria a la que s'ha d'extreure la calor que posseeix inicialment. I sempre el procediment utilitzat es basa en un principi comú: per tal que en un fluid es produeixi el canvi d'estat líquid al de gasós es necessita una



aportació d'energia tèrmica o dit d'una altra manera, el canvi d'estat del fluid es produeix necessàriament absorbint calor.

Aquest canvi d'estat es pot produir per dos procediments, per l'evaporació o bé per l'ebullició, la diferència entre els quals és purament formal i es concreta en la lentitud o rapidesa amb que es realitza la transformació.

El procés de canvi d'estat és en certa manera reversible ja que el pas de gas a líquid desprèn calor: ja sigui per l'augment de temperatura mitjançant la compressió ràpida del gas; o bé sigui per condensació del gas que atura el descens termodinàmic en la seva temperatura de rosada.

En aquests canvis físics també hi intervé l'anomenada equació dels gasos perfectes, o equació d'estat, en la que teòricament existeix una relació directa entre les condicions de pressió P , volum V i temperatura T d'un determinat gas segons l'expressió següent:

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{constant de cada gas}$$

Eq. 1.2

Cal tenir el compte que aquesta expressió només és vàlida si es considera el gas ideal.

1.7.4.2 Refrigeració evaporativa

Però tornant al canvi d'estat a partir de l'aigua, podria semblar que l'evaporació és menys costosa i es pot produir gairebé de manera natural. D'aquest raonament tan simple procedeixen els anomenats sistemes evaporatius directes. Sota aquesta denominació es van dissenyar instal·lacions que es basaven en forçar el pas de l'aire que



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



es volia condicionar per un recinte en el que es produís una evaporació d'aigua, ja fos per mitjà de grans basses, per cortinetes, o per polvoritzadors.

Els sistemes de refrigeració evaporativa es divideixen en dos grups: directa i indirecta (Figura 1.67).

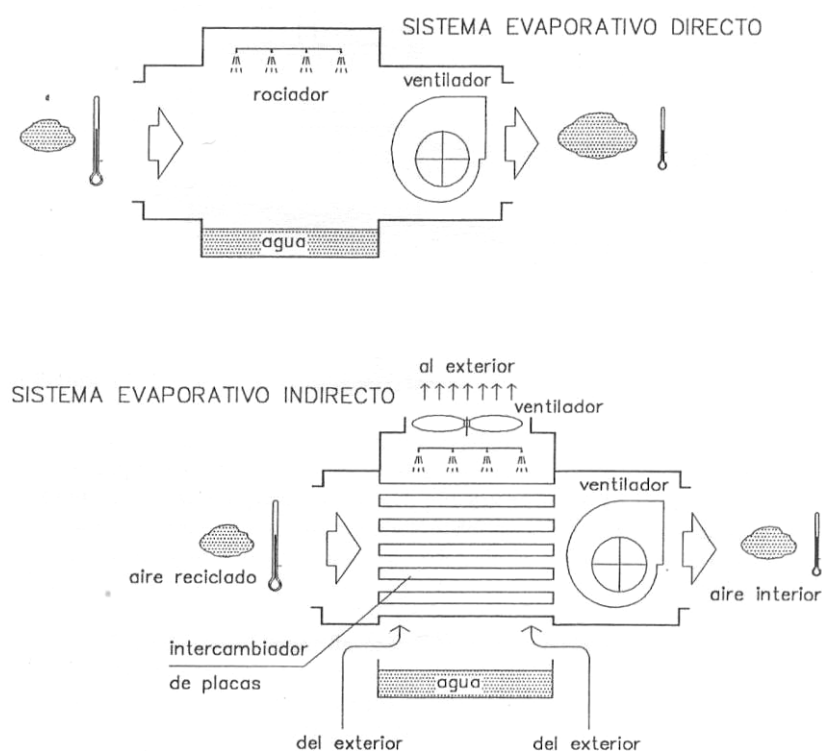


Figura 1.67 Sistema evaporatiu directe i indirecte

Però en contrapartida, s'obté un augment de la humitat específica i per tant de la relativa, que és la seva manifestació més palpable. En definitiva, s'ha produït el que s'anomena una transformació adiabàtica, és a dir, que s'està mantenint la mateixa quantitat d'energia tèrmica a l'aire que és la dada més important.

No obstant, aquest sistema pot ser útil quan les condicions naturals del lloc siguin de molt baixa humitat, és a dir, en zones molt seques. En aquests casos, i a pesar de la irrefutable transformació adiabàtica, la resposta del nostre cos és satisfactòria ja que la



contrapartida d'augment de la humitat relativa, no només no molesta, sinó que pot millorar la hidratació de la pell i les mucoses.

Quan l'ambient del lloc sigui predominantment humit, el procediment exposat no té cap sentit. En aquests casos l'augment de la humitat relativa fa patent una major transmissió calorífica de l'aire i dificulta l'evaporació de la suor. En definitiva es segueix mantenint la transformació adiabàtica, però aquest cop insuportable a causa de l'anul·lació del mecanisme natural de defensa que és l'evaporació de la suor.

Però fins i tot en aquestes es poden considerar altres variants conegudes com sistemes evaporatius indirectes. Amb el mateix funcionament, la diferència es troba en evitar que la humitat que es produeix amb l'evaporació de l'aigua s'incorpori a l'aire interior. De manera que aconseguim reduir la calor sensible sense augmentar la latent, és a dir, reduint realment l'entalpia de l'aire.

Físicament aquest propòsit s'aconsegueix intercalant, entre l'aire humit i l'aire interior un material impermeable però de gran conductivitat tèrmica que genèricament coneixem amb el nom de bescanviador de plaques.

Per aquest procediment es crea un circuit d'aire secundari que duu l'aire humit a l'exterior, procedent del recinte on es produeix l'evaporació. Recinte que conté les plaques o làmines separadores que estan en contacte amb l'aire interior o primari del que s'absorbeix calor sensible però sense incorporar-li gens d'humitat.

En general els sistemes evaporatius no són comparables als sistemes de refrigeració per absorció o de refrigeració per compressió que es veuran més endavant. No obstant, pel seu baix consum energètic que es redueix a poc més que el d'un ventilador, i els seus



conseqüents beneficis mediambientals, hauria de fomentar-se el seu ús en les zones menys humides.

1.7.4.3 Refrigeració per absorció

Dins dels sistemes industrialitzats és el mètode menys estès, ja sigui per una certa complexitat dels seus elements, o bé per la baixa eficàcia del sistema. Eficàcia que està en relació amb la grandària de la instal·lació, i amb la disponibilitat i preu del combustible que s'utilitzi.

A jutjar per les ofertes dels fabricants, aquest procediment està pràcticament reservat a instal·lacions de grans dimensions, i està especialment indicat en la suposició que existeixi una font tèrmica molt controlable, capaç de competir amb l'electricitat, com podria ser el cas del gas natural.

Encara que a primera vista sembli un contrasentit, per a refrigerar amb aquest sistema només cal una font energètica tèrmica directa. De manera molt esquemàtica direm que es tracta de refredar l'aigua que passa a través d'un serpentí instal·lat dins d'un recipient a baixa pressió, on es realitzen les conseqüents funcions d'evaporació i absorció de calor (Figura 1.68).

El refredament, que pot materialitzar-se al baixar dels 15 als 10°C, s'aconsegueix ruixant aigua sobre el mencionat serpentí que, a l'entrar en contacte amb la seva temperatura, bull pel fet de trobar-se en un ambient de baixa pressió (la temperatura d'ebullició de l'aigua en 1 atmosfera és de 100°C, mentre que a una pressió de l'ordre de 0,01 atmosfera és d'uns 10°C).



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



A fi i efecte que el vapor després en el recipient no arribi a nivells de saturació que dificultarien el procés d'evaporació, es propicia la seva precipitació en gotes d'aigua mitjançant una substància absorbidora com el bromur de liti. Un cop aconseguida la precipitació, la mescla aigua-bromur de liti perd totalment la seva capacitat absorbidora.

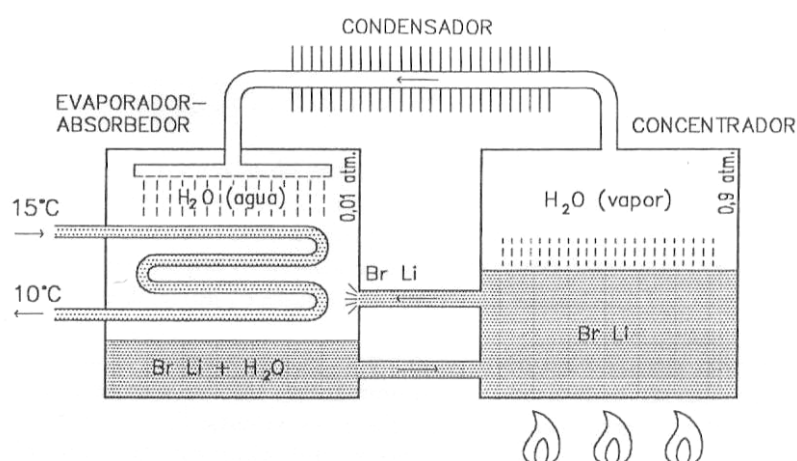


Figura 1.68 Esquema de la refrigeració per absorció

Per tal que el procés pugui ser continu, la mencionada mescla d'aigua amb bromur de liti es fa passar a un recipient contigu anomenat concentrador. En aquest i mitjançant la calor, es fa bullir la barreja, en una pressió normal per aconseguir els següents efectes:

- Per una banda, bromur de liti concentrat i a punt pel seu ús renovat com absorbidor.
- I per l'altra banda, vapor d'aigua que, prèvia condensació a temperatura ambient, passa de nou al primer recipient on es produeix el refredament del serpentí.

Per les funcions desenvolupades en ell, al primer recipient de l'anomena evaporador-absorbidor, si bé en la pràctica solen ser dos compartiments contigus i independents però units per canonades.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



1.7.4.4 Refrigeració per compressió

Encara que sigui descrit en segon lloc, el de compressió és el mètode per excel·lència utilitzat per a refrigeració, ja que es necessita un equip bàsicament simple que utilitza energia mecànica com a base del seu funcionament.

Un fenomen físic comprovat, és que la compressió ràpida dels gasos, pel fregament que introdueix entre les seves molècules, produeix un augment de la seva temperatura, de manera que l'energia mecànica utilitzada en la compressió es transforma en energia tèrmica en el propi gas.

Per altra banda també és conegut el fenomen físic, que ja s'ha comentat, de l'absorció de calor que realitza un líquid quan canvia d'estat líquid a gasós. El que en definitiva és una operació inversa a la compressió, ja que l'evaporació equival a una expansió de la matèria.

Aquests dos principis físics es poden relacionar mitjançant una màquina, anomenada refrigerador (Figura 1.69), que té els següents elements:

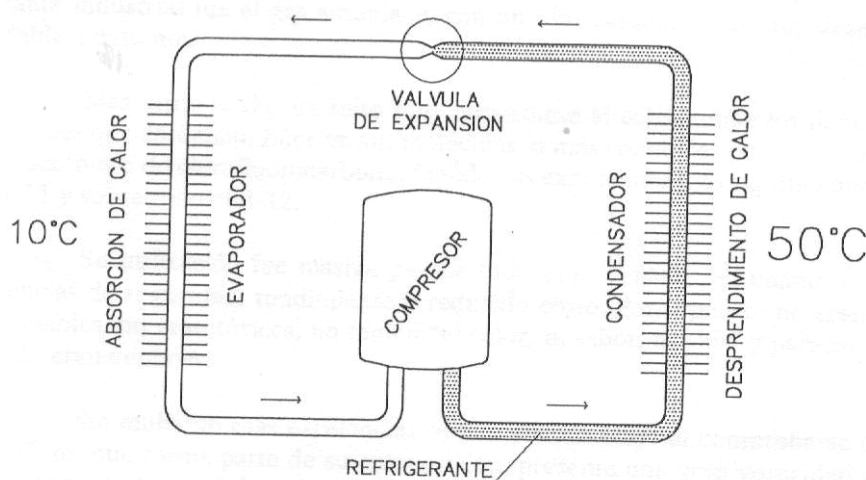


Figura 1.69 Esquema de la refrigeració per compressió



Un **compressor**, anomenat així al sistema mecànic especialitzat en comprimir gasos refrigerants. L'energia mecànica necessària l'aporta un motor, normalment elèctric i excepcionalment d'explosió. Existeixen varis tipus en funció del procediment de compressió:

- Alternatiu (o de pistó),
- Rotatiu (giratori, o de rotor i estator),
- Centrífug (amb àleps i 3.000 a 8.000 rpm),
- De cargol (o helicoïdal amb 3.000 a 30.000 rpm per a R-22),
- De scroll (o espiral amb velocitat variable).

Quan el compressor i el motor comparteixen un volum estanc, que és el desitjable, es diu que el compressor és hermètic. En cas contrari el sistema s'anomena semihermètic, més propi dels grans formats per les seves inevitables juntes.

Un **condensador**, format per un tub en forma de serpentí dissipador de calor, que s'uneix a la sortida del compressor;

Una **vàlvula d'expansió** connectada a la sortida del condensador;

Un **evaporador**, que consisteix en un altre tub en forma de serpentí, però aquest cop destinat a absorbir calor. La seva entrada procedirà de la vàlvula d'expansió i la seva sortida estarà unida a l'entrada del compressor;

Un **gas refrigerant**, la liquació del qual sigui relativament fàcil d'aconseguir per compressió, que s'introdueix en el circuit tancat que conformen tots els elements anteriors.



Conegudes les funcions de cadascun dels components del sistema, es descriu a continuació el funcionament d'una màquina frigorífica de compressió mecànica:

- El vapor produït en l'evaporador és aspirat pel compressor,
- es porta a una pressió prou elevada per provocar la seva liquació en el condensador,
- el refrigerant líquid arriba a la vàlvula d'expansió, es provoca una forta devallada de la pressió,
- de manera que es produeix una evaporació a la temperatura de l'evaporador

La seqüència s'efectua de manera que s'ha de produir un balanç energètic entre la calor absorbida en l'evaporador i la calor dissipada en el condensador. Òbviament, l'evaporador ha d'agafar la calor de l'ambient interior del local a refrigerar, mentre que la calor procedent del condensador s'ha de dissipar a l'ambient lliure exterior.

1.7.4.5 Els gasos refrigerants

A efectes de nomenclatura, tots ells comencen amb una "R" de refrigerant en la seva denominació, seguida d'un número que l'identifica. En ocasions alguna variant afegeix una lletra minúscula a les referències anteriors.

Encara que les primeres experiències es van fer amb èter, que per ser molt inflamable es va refusar ràpidament, es pot considerar que el primer refrigerant industrial fou el gas amoníac, amb una olor característica molt desagradable i irritant.

Més tard es va donar un salt molt important a l'aconseguir els anomenats freons, que contenen fluor en les seves molècules, o més coneguts com CFC, que és un acrònim de



clorofluorocarboni. Essent els seus exponents més significatius el R-11 i sobretot el R-12.

La seva utilització va ser massiva ja que tot eren avantatges en quant a exigències de seguretat, rendiment i reduir costos. Òbviament no eren inflamables, no eren tòxics, no tenien ni color ni sabor ni olor i semblava que tot eren avantatges.

No obstant, aquelles excel·lències s'han desplomat al comprovar-se que el clor, que forma part de la seva composició, presenta una gran voracitat per l'ozó de l'atmosfera. I l'absència de l'ozó elimina el filtre natural de les perjudicials radiacions ultraviolades del Sol, de manera que s'han prohibit internacionalment.

Uns compostos menys perjudicials per contenir menys clor són els anomenats HCFC o hidroclorofluorocarbonis. D'ells, el millor representant és el R-22, que està present en la immensa majoria dels equips existents de climatització per compressió. En les seves característiques tèrmiques té un punt d'ebullició de -40°C i una temperatura crítica de líquidació de 96°C (a una pressió de condensació de 3,9 MPa), fet que equival a la pràctica a una temperatura de l'aire de refrigeració de 10 a 12°C , mentre que als voltants del compressor seria de 50°C .

En contrapartida, els perjudicis no s'han eliminat completament i en conseqüència es segueix investigant en nous refrigerants, no només pel problema de l'ozó, sinó també pel possible efecte hivernacle de l'atmosfera. En aquest sentit ja són una realitat els HFC o hidrofluorocarbonis que, com es dedueix del seu nom, estan exents de clor.

Entre els anteriors es perfila el R-134a com el més propici per substituir l'inicial R-12, i pel molt extès R-22, a eradicar abans de 2014, es barallen substituïts com el R-404a, el R-407c, o el R-410a.



El refrigerant R-410a és una mescla entre el HFC-32 i el HFC-125 que aconseguix un producte no tòxic, no inflamable i reutilitzable. Necessita majors pressions que el R-22 i pot superar distàncies de 50 metres amb altures màximes de 30. La firma Carrier l'utilitza sota el nom comercial de Puron.

1.7.4.6 La bomba de calor

La denominació de bomba de calor és un procediment per aconseguir energia tèrmica basat en els principis dels refrigeradors, però utilitzant-los justament al revés, és a dir, absorbint la calor de l'exterior per dissipar-lo a l'ambient interior.

Per tant, la bomba de calor, per principi, és un sistema reversible de calefacció a l'hivern i refrigeració a l'estiu, fet que impedeix l'existència d'equips exclusivament preparats per calefacció, que en tal cas solen prendre el nom de recuperadors de calor.

Com a procediment seria possible la seva materialització mitjançant el sistema d'absorció. Però és molt més sensat utilitzar directament l'energia tèrmica, en comptes d'aplicar com intermediari un complex sistema d'absorció.

Per tant, és evident que les bombes de calor funcionen de manera òptima amb els sistemes de compressió i en concret els accionats elèctricament. Es tracta, doncs, d'aconseguir calor pel sistema de compressió, és a dir, mitjançant un compressor mecànic accionat al seu temps pel corrent elèctric.

Tothom hauria de saber que la utilització de l'electricitat per a produir calor directament es fa mitjançant una simple resistència, de la que és típic exemple un vulgar radiador elèctric. L'energia tèrmica així aconseguida es calcula per la fórmula de Joule.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T$$

Eq.1.3

Però, si en comptes d'utilitzar el corrent elèctric en alimentar un radiador, es connectés a una bomba de calor, hauríem d'afegir-li la calor extreta de l'exterior. Dit d'una altra manera: la calor que s'obté al condensador ha de ser igual a la calor absorbida per l'evaporador, més l'energia consumida pel compressor. Fet que equival a dir que la calor obtinguda per la bomba de calor sempre serà superior a la que es consumeix al motor que la fa funcionar, o el que és el mateix, el que s'aconseguiria per efecte Joule.

De la relació existent entre les dues calors s'obté l'anomenat coeficient d'operació (COP) d'una determinada bomba de calor, com el quocient entre aquestes dues energies.

$$COP = \frac{\text{energia cedida pel condensador}}{\text{energia consumida pel compressor}}$$

Eq. 1.4

Aquest coeficient és precisament el paràmetre més rellevant del sistema i sol variar entre un mínim de 1,5 i un màxim de 3,5, amb que implica que s'obté un mínim d'una vegada i mitja, i un màxim de tres vegades i mitja de calor sobre el que obtindríem amb el radiador elèctric.

L'oscil·lació en el COP dependrà fonamentalment de les condicions ambientals del lloc on s'instal·li, ja que el seu descens està directament relacionat amb el de la temperatura de l'aire exterior.

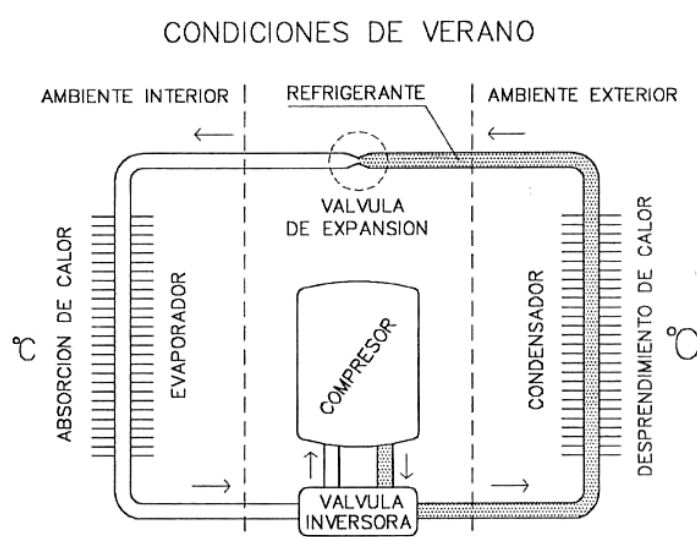
Des del punt de vista tècnic, l'única diferència conceptual entre l'equip exclusiu de refrigeració i la bomba de calor és l'addició d'una electrovàlvula inversora de quatre



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



vies, que es col·loca entre el compressor i les seves connexions amb el condensador i l'evaporador (Figura 1.70). Mitjançant l'anterior accessori s'aconsegueix que, amb el mateix règim del compressor, es puguin alternar les funcions de condensador i evaporador entre els dos bescanviadors de calor. Per aconseguir-ho, l'operació de l'electrovàlvula consisteix en invertir el sentit de desplaçament del refrigerant.



Classificació de les bombes de calor

Les bombes de calor es poden classificar, tal i com mostra la Figura 1.71, segons:

- La naturalesa de les fonts freda i calenta
- La naturalesa dels fenòmens endotèrmics i exotèrmics
- La font d'energia que utilitzen



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

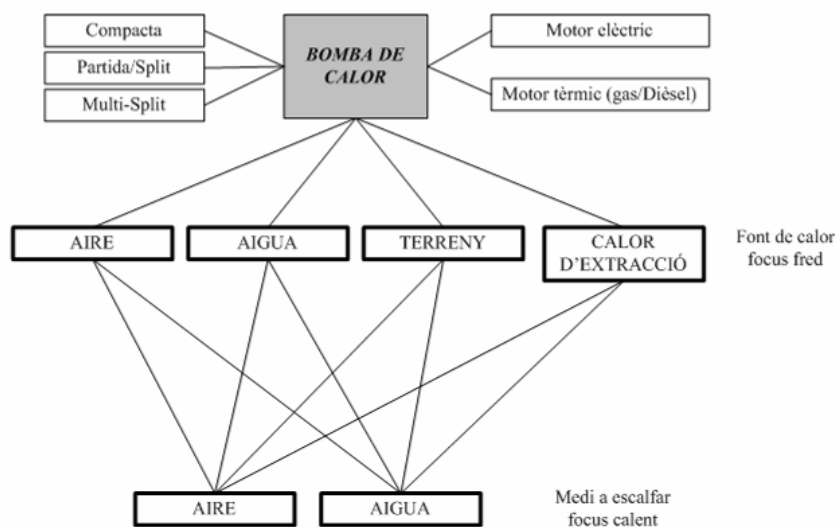


Figura 1.71 Classificació de les bombes de calor

La Taula 1.36 i la Taula 1.37 mostren els principals focus fred i calent utilitzats en les bombes de calor. La selecció de la font calenta i freda per una aplicació en concret depèn de la situació geogràfica, el clima, el cost inicial i la disponibilitat.

Cessió de calor Focus calent	Marge de temperatures (°C)
Aire	30 – 50
Aigua: terra radiant	30 – 45
Aigua: fan-coils	45 – 55

Taula 1.36 Cessió de calor en el focus calent

Depenent de les fonts freda i calenta es pot fer una primera classificació de la bomba de calor. La font freda pot ser:

- Aire: aire exterior o aire extret d'un local calefactat, o aire humit provinent d'un assecador, etc.
- Aigua: aigües naturals (riu, pou, llac, mar) o aigua calenta procedent d'un procés industrial.



- Sòl: la calor s'extreu generalment mitjançant un circuit d'aigua glicolada, per tant es tracta d'un cas equiparable a l'anterior.

Per l'altre costat, el focus calent, a on es transfereix calor, pot ser:

- Aire: calefacció d'aire, preescalfament d'aire per a procés industrial, etc.
- Aigua: aigua d'un circuit de calefacció, aigua calenta per a processos, etc.

Font de calor Focus fred	Marge de temperatures (°C)	Problemes
Aire ambient	-10 – 15	Gran variabilitat, escarxa
Aire d'extracció	15 – 25	Disponibilitat
Aigua subterrània	4 – 10	Cost de la perforació
Aigua de llacs i rius	0 – 10	-0°C, congelació
Aigua de mar	3 – 8	Corrosió i algues
Terres	0 – 5	Cost elevat, gran superfície de terreny
Subterres	0 – 10	
Aigües residuals i de procés	> 10	Corrosió, brutícia, distància
Aigua amb energia solar	15 – 25	Costos, disponibilitat

Taula 1.37 Fonts de calor pel focus fred

Segons la combinació dos a dos d'aquestes fonts es tenen bombes de calor aigua-aigua, aire-aigua, aire-aire, etc. el primer terme correspon a la font freda i el segon a la font calenta.

Tenint en compte els sistemes que utilitzen l'aigua com a font energètica, per què aquesta es pugui considerar una font de calor adequada, s'han de tenir en compte:

- Existència de cabal suficient d'aigua: riu, pou o mar.



- Adequada qualitat de l'aigua: en cas contrari s'encareix el sistema pel tractament previ de l'aigua o l'utilització de materials especials (com en el cas de l'aigua de mar).
- Temperatura idònia 10-20°C. Una temperatura inferior a 10°C condueix a:
 - Disminució del COP
 - Possible congelació
 - Moviments alts de cabals amb encariment del sistema de bombeig i regulació

Una temperatura superior a 20°C obliga a la utilització de refredadors no estàndard o a la selecció de sistemes de recirculació d'aigua.

- Salt tèrmic de l'aigua de 4 a 8°C. Un salt inferior a 4°C origina moviments elevats de cabal. Un salt superior origina baixos coeficients de transmissió.

L'ús d'aigua com a font energètica té les següents avantatges:

- Bona relació potència calorífica/cabal, donat l'acceptable calor específic de l'aigua.
- Menor relació €/kW instal·lat per la senzillesa dels evaporadors.
- Es pot instal·lar en interiors.
- Baix nivell sonor per la no presència de ventiladors.

Per una altra banda, si considerem l'aire com a font energètica, aquest pot ser una font apropiada si es compleix:

- Marge de temperatures
 - Fins a 10°C, no es necessita descongelació

- Fins a -5°C els COP són elevats, però necessita descongelació automàtica.
- Per sota dels -5°C els COP són massa baixos per ser interessant el seu ús.
- Situació de la unitat: normalment s'ha d'instal·lar a l'aire lliure. Per augmentar el COP s'ha d'utilitzar aire procedent d'extraccions.
- Les unitats industrials acostumen a ser de grans dimensions. En potències superiors als 350 kW es tenen problemes de construcció
- Els grans cabals moguts pels ventiladors originen nivells sonors més elevats que en el cas de l'aigua.
- La relació €/kW transmès és superior en bateries d'aire que en refredadors d'aigua.

Avantatges de l'aire com a font energètica:

- La font d'energia és inesgotable, no existeixen limitacions de cabal. L'única limitació és la mida.
- El subministrament és gratuït.
- No fan servir materials especials.

Pel que fa als avantatges que té l'aigua com a absorbidor energètic, cal destacar:

- Bona relació potència/cabal, per l'acceptable calor específic de l'aigua.
- Fàcil trasllat d'energia a les zones de consum.
- Excel·lent relació mida/potència. Això permet la seva construcció fins a potències molt elevades.
- Permet una diversificació de consums en diferents zones, o sigui, tractaments de diferents zones amb controls independents.



Com a desavantatges més importants es troben:

- Menor capacitat global, ja que exigeix un bescanviador posterior aigua-aire.
- Limitació de temperatura màxima de sortida de l'aigua. Temperatures superiors a 55°C exigeixen refrigerants o construccions especials.

Si es considera l'aire com a absorbidor energètic, els seus avantatges són:

- Gran senzillesa d'instal·lació, per precisar un mínim d'instal·lacions complementàries.
- Capacitat elevada. Al no precisar de fluids tèrmics i intermedis.
- Cost d'explotació mínim, pel seu COP major i pel mínim d'instal·lacions auxiliars necessàries.

Entre els seus desavantatges, es troben:

- Limitacions constructives: per la relació mida/potència acostumen a construir-se fins a 300 kW.
- No és recomanable en instal·lacions amb diferents punts de control, ja que el control de temperatura és únic.
- És un sistema costós de transport de l'energia a les zones climatitzades, ja que hi ha una relació desequilibrada kW/m^3 d'aire respecte kW/m^3 d'aigua.

Les bombes de calor també es poden classificar per la naturalesa dels fenòmens endotèrmics i exotèrmics. Entre ells, cal destacar els següents:

- Bomba de calor per compressió
- Bomba de calor d'absorció
- Bomba de calor d'ejecció de vapor (l'evaporació i la condensació del fluid es realitza mitjançant buit i compressió creades per un ejector).



I, finalment, segons la font d'energia que utilitzen per accionar el compressor es poden classificar en bombes de calor de motor elèctric o de motor tèrmic.

Coeficient de prestació (Coefficient of Performance – COP)

Com ja s'ha apuntat amb anterioritat, el COP d'una bomba de calor es defineix com el quocient entre l'energia tèrmica donada pel sistema i l'energia de tipus convencional absorbida.

El COP teòric es dedueix a partir del cicle ideal de Carnot:

$$COP_{teòric} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

Eq. 1.5

On T_1 és la temperatura del focus calent i T_2 és la temperatura del focus fred (ambdues en K).

Per una altra banda, es defineix el COP pràctic a partir de la següent expressió:

$$COP_{pràctic} = \alpha \frac{T_{f1}}{T_{f1} - T_{f2}}$$

Eq. 1.6

On α és un coeficient de rendiment que té en compte que el cicle real no es desenvolupa en condicions perfectes d'isoentropicitat. Aquest coeficient oscil·la entre 0,3 en màquines petites, fins a 0,65 en les de gran potència. T_{f1} és la temperatura de



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



condensació del fluid refrigerant, en K; i T_{f2} és la temperatura d'evaporació del fluid refrigerant, en K.

Per tal que la transmissió de calor entre el fluid refrigerant i un focus fred tingui lloc, és necessari que T_{f2} sigui més petit que T_2 . de la mateixa manera, per què el fluid refrigerant doni calor al focus calent, T_{f1} ha de ser més gran que la temperatura del focus calent T_1 .

El COP pràctic depèn del coeficient de rendiment, α , i de les temperatures del focus calent i fred, tal com es pot veure a la Figura 1.72.

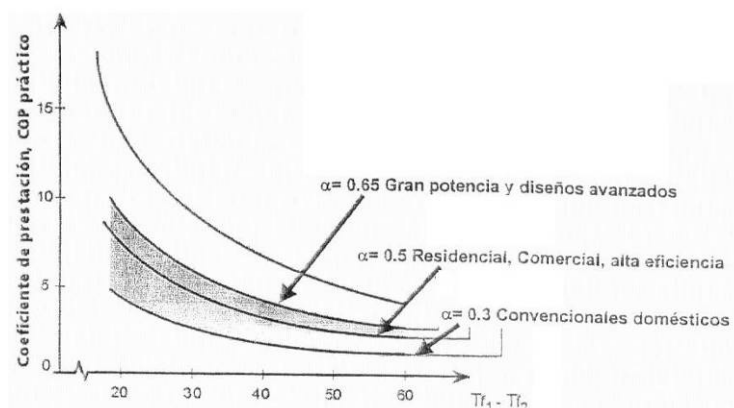


Figura 1.72 COP pràctic d'una bomba de calor

A més a més, s'ha introduït un nou paràmetre per caracteritzar les bombes de calor: el PER (Rendiment d'Energia Primària – Primary Energy Ratio). És la relació entre l'energia tèrmica i l'energia primària consumida en el procés. Aquest coeficient justifica la utilització de la bomba de calor davant d'altres alternatives tradicionals. La Taula 1.38 presenta valors habituals del COP i PER de diferents tipus de bomba de calor treballant entre 0 i 50°C.



	Bomba de calor elèctrica	Bomba de calor amb motor de combustió	Bomba de calor d'absorció de simple efecte	Bomba de calor d'absorció de doble efecte
COP	2,5 – 4	0,8 – 2	1 – 1,7	1,8 – 2,4
PER	0,9 – 1,4	0,8 – 2	1 - 1,7	1,8 – 2,4

Taula 1.38 Valors habituals del COP i PER de diferents bombes de calor, treballant entre 0 i 50°C

1.7.4.7. Aire condicionat

Es defineix el condicionament d'aire com aquell procés de tractament de l'aire atmosfèric que coordina cinc factors:

- Temperatura
- Humitat
- Velocitat de l'aire
- Neteja de l'aire
- Ventilació

Els equips d'aire condicionat es poden classificar segons el medi que refreda el condensador, aire o aigua, i segons la seva configuració, compactes o partits (split):

- Condensació per aire: són aparells que fan servir l'aire exterior per refredar el condensador, impulsat per un ventilador de circulació forçada. La seva instal·lació és senzilla.
- Condensació per aigua: fan servir aigua per refredar el condensador.



- Compactes: és la unitat de tractament d'aire amb producció pròpia de fred i calor.
- Partits: tenen dues seccions, la de tractament d'aire, unitat climatitzadora que s'instal·la a dins o a prop del local a refrigerar i que inclou l'evaporador amb el seu ventilador, i una unitat condensadora que s'instal·la a l'exterior del local a refrigerar i porta el compressor i el condensador.

Condicionador de finestra

És una unitat climatitzadora de producció pròpia de fred en la majoria d'equips, i en alguns casos, amb possibilitat de producció de calor (Figura 1.73 i Figura 1.74).

Es calculen per prestacions de fred per una temperatura exterior de 35°C amb temperatura seca de 27°C i temperatura humida de 19°C, donant entre 1.450 i 7.000 W; i per bomba de calor, per una temperatura interior de 20°C, amb temperatura seca de 8°C i temperatura humida de 6°C, i una potència calorífica d'entre 3.600 i 7.500 W.

Són de condensació per aire. Estan dotats de dispositius de comandament que controlen la velocitat de l'aire d'impulsió, de l'aire d'extracció i el compressor. Poden operar com ventilació renovant l'aire.

El seu principal avantatge és que es poden adaptar a edificis ja construïts, normalment oficines, despatxos, sales de juntes, petits comerços, habitacions exteriors, restaurants, bars, i locals similars.

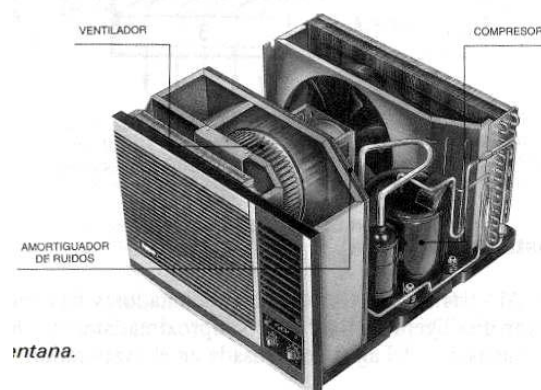


Figura 1.73 Condicionador de finestra

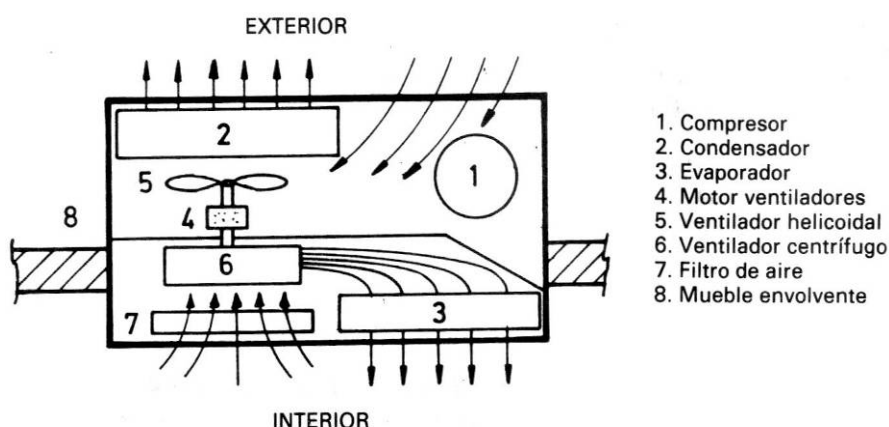


Figura 1.74 Esquema d'un condicionador de finestra.

Unitats compactes

Són unitats condicionadores d'aire en forma de caixa o armari (Figura 1.75). Poden proporcionar calefacció per bomba de calor o elèctrica per resistència.

La seva instal·lació és senzilla, es realitza en un mur, adossats a la paret o penjats. Necessiten de presa d'aire exterior (en condensació per aire) o connexió a la xarxa de

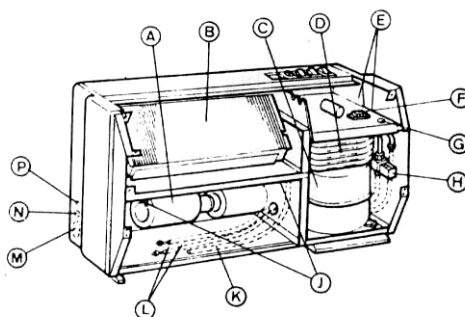


Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



canonades d'aigua (en la condensació per aigua, l'aigua es recuperarà quan n'hi ha més d'una en una mateixa vivenda).

En la condensació per aire es té una potència frigorífica d'entre 3.250 i 9.250 W, amb una temperatura exterior de 35°C, amb una temperatura seca de 27°C i humida de 19°C; i amb bomba de calor, la temperatura interior és de 20°C, amb una temperatura seca de 8°C i humida de 6°C.



A. Motoventilador y bandeja de condensador. B. Evaporador. C. Compresor frigorífico hermético. D. Condensador de agua. E. Departamento eléctrico. F. Conexiones eléctricas. G. Paso cables eléctricos. H. Válvula de agua. J. Evacuación condensados. K. Flexible evacuación condensados. L. Alimentación de agua condensador. M. Conexiones hidráulicas. N. Conexiones eléctricas. P. Mando a distancia.

Figura 1.75. Interior d'un condicionador d'aire tipus consola, condensació per aigua

En la refrigeració per aigua, amb una temperatura de l'aigua de 15°C, la potència frigorífica varia entre 3.500 i 5.800 W, amb les mateixes temperatures seca i humida. La temperatura de l'aigua de sortida del condensador està entre 26 i 32°C.

Són de fàcil instal·lació en edificis ja construïts, vivendes, xalets, locals comercials petits, etc. Són de control individual.

Un altre tipus a tenir en compte són les unitats compactes horitzontals de condensació per aire, amb descàrrega directa o indirecta (Figura 1.76). Aquestes unitats efectuen la



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



distribució de l'aire per conductes que desemboquen en reixetes a la paret o difusors de sostre. Necessiten presa d'aire exterior i s'instal·la un control per vivenda.

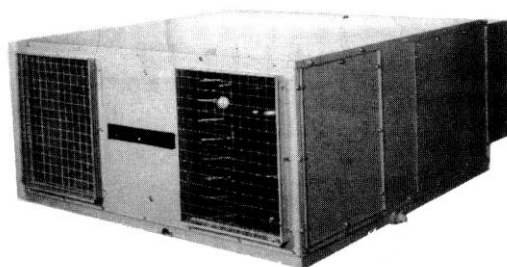


Figura 1.76 Unitat compacta horitzontal. Condensació per aire

També existeixen unitats compactes verticals condensades per aire i per aigua (Figura 1.77). Les unitats condensades per aire necessiten sortida d'aire al local, retorn d'aire del local, sortida de l'aire del condensador a l'exterior i entrada de l'aire des de l'exterior.

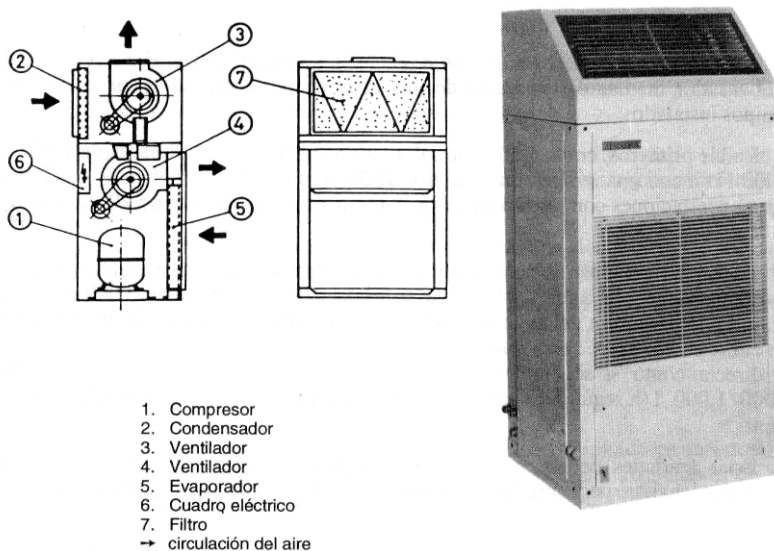


Figura 1.77 Unitat compacta vertical de condensació per aire (esquerra) o per aigua (dreta).



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Sistema partit

És un sistema en el que normalment el compressor i el condensador, unitat condensadora, estan situats a l'exterior, a l'aire lliure, i la unitat climatitzadora, evaporador i ventilador, s'instal·len a l'interior.

La Figura 1.78 representa una instal·lació típica de sistema partit de condensador per aire amb descàrrega directa al local a climatitzar, amb la unitat climatitzadora en posició vertical (també pot ser horitzontal).

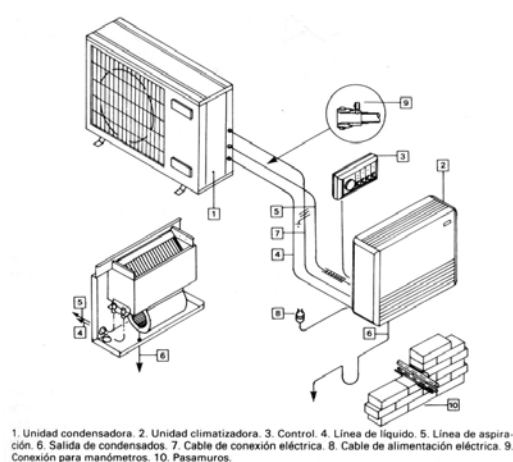


Figura 1.78 Sistema partit

Es pot instal·lar un per vivenda amb distribució de l'aire per xarxa de conductes i descàrrega per reixetes (Figura 1.79), o per unitats interiors múltiples, una per habitació, tipus mural o consola. Poden portar bomba de calor. La seva gamma va des de 67 a 79 kW, funcionant amb R-22, i amb moltes combinacions per satisfer qualsevol demanda.

Dins dels sistemes partits cal anomenar els multi-sistemes o multi-split, que consisteixen en una (o varies) unitat exterior amb un sol compressor, de tipus rotatiu

Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

hermètic, que mitjançant vàlvules d'expansió electròniques, permet que la potència disponible en el compressor de la unitat condensadora es reparteixi proporcionalment a les potències nominals de les unitats interiors, poden connectar fins a cinc unitats interiors (algunes marques arriben fins a vuit). La seva gamma està composta per models de paret, terra o sostre, enllaçats amb la unitat exterior per canonades independents, i amb una capacitat frigorífica/calorífica que està en funció de la longitud de les línies de refrigerant.

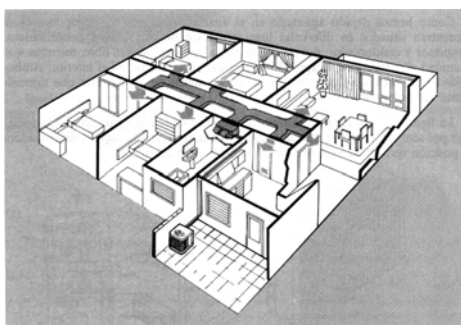


Figura 1.79 Sistema partit amb bomba de calor. Distribució de l'aire per conductes

Els aparells interiors han de seleccionar-se per una càrrega màxima de l'espai a climatitzar per cadascun, i la unitat condensadora per màxim simultani.

El sistema utilitza R-22 i operen calculant la capacitat de refrigeració en base a una temperatura interior seca de 27°C i humida de 19,5°C, i una temperatura exterior seca de 35°C. En calefacció es calculen per una temperatura interior de 21°C i exterior seca de 7°C i humida de 6°C.

Tots els equips d'aire condicionat vistos fins ara es resumeixen a la Taula 1.39 i a la Taula 1.40.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Denominació	Condicions d'instal·lació
<i>Condicionador de finestra</i>	<ul style="list-style-type: none"> - En finestra o mur. - La secció exterior requereix presa d'aire i expulsió sense que es produeixi recirculació
<i>Consola d'aire</i>	<ul style="list-style-type: none"> - En mur, quedant la unitat a ras del mateix. - Ocupació d'espai en planta degut a la disposició de la consola.
<i>Consola d'aigua</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tot l'equip va a l'interior del local. - Ocupació d'espai en planta degut a la disposició de la consola. - Necessària connexió a la xarxa d'aigua de condensació.
<i>Compacte d'aire</i>	<ul style="list-style-type: none"> - L'equip pot col·locar-se a l'exterior, essent aleshores precis que una part del recorregut dels conductes discorri per l'exterior. - Si els ventiladors del condensador són centrífugs, es pot instal·lar l'equip a l'interior. En aquest cas és necessari proveir l'entrada i sortida de l'aire exterior de condensació. - Admet disposició en forma d'armari (ocupació en planta), o bé horitzontal (ocupació en fals sostre).
<i>Compacte d'aigua</i>	<ul style="list-style-type: none"> - L'equip va instal·lat a l'interior del local. - Requereix connexió a la xarxa d'aigua de condensació. - Admet disposició vertical (armari) o bé horitzontal.
<i>Partit d'aire</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La unitat climatitzadora (evaporadora) s'instal·la a l'interior. - La unitat condensadora va a l'exterior normalment (1). - Ambdues unitats connectades mitjançant línies de refrigerant, normalment precarregades. - (1) Si els seus ventiladors ho permeten, la condensació també pot situar-se a l'interior, canalitzant-se adequadament l'aire de condensació.
<i>Partit d'aigua</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La unitat evaporadora s'instal·la a l'interior (en situació vertical o horitzontal). - La unitat condensadora, en general, va a l'interior, unida a la xarxa de condensació. - Ambdues unitats, connectades mitjançant línies de refrigerant, usualment precarregades.

Taula 1.39 Resum de les condicions d'instal·lació d'alguns tipus d'aïres condicionats



Denominació	Condensació	Tipus de descàrrega	Zonificació Inversió tèrmica	Ús	Potència
Condicionador de finestra	Per aire	Directa	Un equip per cada zona	Individual	1,5 a 6,98 W/h
Consola d'aire					-
Consola d'aigua	Per aigua				-
Compacte d'aire	Per aire	- Directa	Capacitat d'inversió tèrmica successiva	Individual o Múltiple	-
Compacte d'aigua	Per aigua	- Indirecta			-
Partit d'aire	Per aire	mitjançant xarxa			-
Partit d'aigua	Per aigua	de conductes.			-
Equips de coberta	Són unitats exteriors de condensació per aire, per a situar-se a l'exterior, sobre terrassa o coberta				

Taula 1.40 Resum de les característiques d'alguns tipus d'aires condicionats

Instal·lacions centralitzades

En edificis amplis, o en espais que conformen un sol espai o volum (cinemes, teatres, poliesportius, sales de concerts, etc.) s'utilitzen instal·lacions centralitzades que tenen un sistema frigorífic producteur d'aigua freda, i un altre calorífic, que produeix aigua calenta. La instal·lació serà l'encarregada de transportar el fred i la calor a les zones a condicionar, refredant o escalfant l'aire corresponent en el mateix lloc, amb una zonificació que impedeixi diferències importants entre sectors.

Es segueix el següent ordre:

- Entrada d'aire (aspiració, mescla i expulsió)
- Filtres
- Bateria de calor



- Bateria de fred
- Humectació
- Ventilació

Aquestes centrals poden ser tipus unizona o multizona amb muntatge en el terra o en el sostre.

Ventiloconvectors o fan-coils

Són condicionadors amb aplicació en edificis amb moltes dependències que necessitin un control individual de la temperatura.

El fan-coil és un condicionador per tot l'any no autònom. Està compost per una bateria d'aletes (bescanviador de calor), una secció de motoventiladors (turbines centrífugues) i una secció de filtres (Figura 1.80).

Els ventiladors recirculen l'aire de l'interior del local, filtrant-lo i després passant-lo pel bescanviador de calor, per l'interior del qual circula l'aigua freda o calenta.

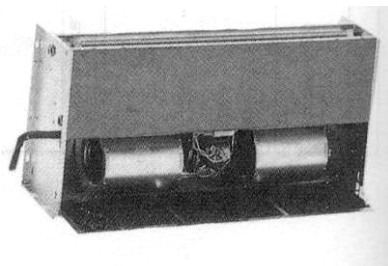


Figura 1.80 Ventiloconvector o “fan-coil” vertical

Les seves condicions normals d'ús són:

- Estiu: entrada/sortida d'aigua 7/12°C, temperatura d'aire de 27°C, humitat relativa 48%.
- Hivern: entrada/sortida d'aigua 90/70°C, temperatura d'aire 20°C.

El subministrament d'aire des de l'exterior es pot fer de quatre formes:

- Directe des de l'exterior al fan-coil.
- Directe des de l'exterior a l'interior del local.
- Centralitzada i introduïda al local mitjançant una xarxa de conductes i sense cap tractament.
- Centralitzada amb tractament de l'aire exterior.

Es recomana que la temperatura d'impulsió de l'aigua refrigerada en els circuits secundaris sigui en 1°C a la temperatura de rosada del local, i mai sigui inferior de 9°C.

El número de fan-coils a instal·lar en un local serà:

- Si el local o habitació és petit, es posarà només un fan-coil en la paret de la finestra, o en alguns casos en un fals sostre de passadissos d'accés (habitacions d'hotel).
- Si el local és gran, cal tenir en compte que el fan-coil té un radi d'acció d'entre 3 i 5 m.



Sistemes per inducció

Es basen en un condicionador d'aire totalment estàtic anomenat inductor. Els seus elements són: plenum o caixa d'entrada d'aire, registre per l'equilibrat, toberes de sortida d'aire i bateries de bescanvi d'escalfor.

L'aire entra a l'inductor (aire primari) i surt a gran velocitat per les toberes (aire secundari) creant corrents d'aire ambient que li obliga a travessar les bateries que li donen la temperatura desitjada. La mescla d'aire primari i secundari és impulsada per la part superior de l'aparell entrant en el local a condicionar.

Instal·lacions a dos i quatre tubs

Les instal·lacions a dos tubs són les que tenen una canonada d'impulsió i una altra de retorn, per on circula aigua freda o calenta. Els equips només necessiten una bateria de bescanvi.

La instal·lació de quatre tubs distribueix l'aigua calenta i freda de forma independent. La seva circulació constant pels bescanviadors de les unitats terminals permet, amb un sistema de regulació fonamentat en la regulació de cabal, disposar de calefacció i refrigeració en totes les dependències al mateix temps.

Centrals exteriors de tractament d'aire

Són equips autònoms de condensació per aire, tipus horitzontal, monobloc, preparats per instal·lar en terrasses o cobertes de superfície plana d'edificis, muntatge a l'exterior,



propis per condicionar grans espais com hipermercats, indústries, etc. Poden portar bomba de calor (Figura 1.81).

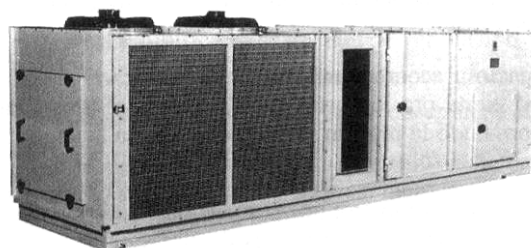


Figura 1.81 Central de tractament d'aire

Segons la necessitat, la impulsió del ventilador pot fer-se en la part inferior, frontal o superior de la unitat. La seva potència nominal va de 21 a 110 kW.

Sistemes de cabal d'aire variable o de volum d'aire variable (V.A.V.)

Són sistemes amb una estació central de climatització pel tractament de l'aire a impulsar, complementada amb plantes refredadora i calefactora. Els ventiladors dels climatitzadors han d'organitzar-se de forma que permetin seguir les variacions de cabal exigides per l'edifici, consumint la mínima energia.

Es basen en la idea de fluctuació de càrregues, o sigui que en una part de l'edifici es necessiti condicionament i en una altra no, o que durant un determinat temps es requereixi un volum d'aire puntual. Pot adoptar-se com sistema únic o com a subsistema.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



1.7.4.8 Refrescament per terra radiant

Els sistemes radiants no poden reaccionar ràpidament a les puntes de demanda de potència refrigerant. Això és degut a dos motius: el primer és que refredar els materials constructius i els elements de l'edificació no pot fer-se ràpidament degut a la inèrcia tèrmica pròpia dels materials; el segon és la obligació de mantenir les superfícies fredes per sobre de la temperatura de rosada, el que implica una potència màxima de refrigeració. Pel contrari, els sistemes radiants funcionen moltes hores al dia, essent òptim el seu funcionament continu amb control per la temperatura exterior, i per la humitat i temperatura interior.

Els tancaments de les edificacions on s'utilitzen sistemes de refrescament amb terra radiant és preferible que tinguin la capa de material aïllant més cap a l'exterior, deixant a l'interior de l'edificació una major quantitat de material de construcció amb capacitat d'acumulació, al contrari del que es fa normalment (Figura 1.82).

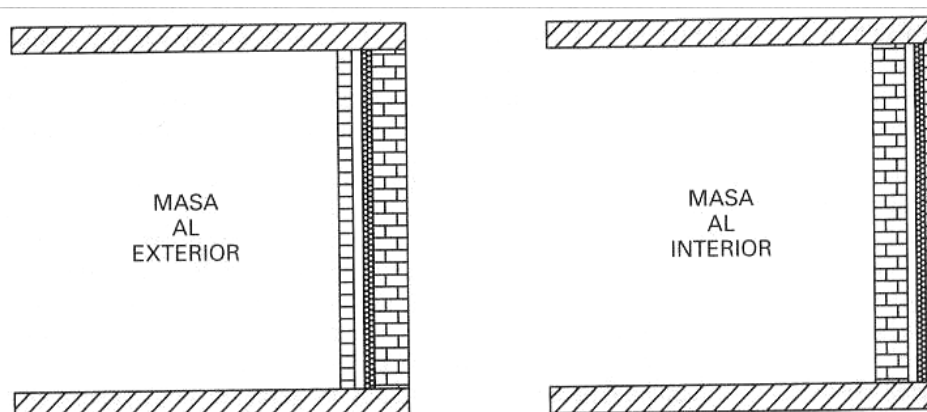


Figura 1.82 Disposició relativa dels aïllaments i de la massa tèrmica

Els edificis amb murs cortina de vidre, els permeables a les infiltracions d'aire, els que tenen tancaments exteriors molt prims i els que tenen superfície de vidre molt grans per



les que la radiació solar entra fàcilment, són inadequats per utilitzar refrescament radiant. Les superfícies de vidre que poden rebre un fort impacte de la radiació solar han d'incorporar mecanismes exteriors d'apantallament de la radiació solar com persianes, tendals, pèrgoles, reixes, vegetació, etc.

Les superfícies de terra radiant es dissenyen per calefacció, i si fa falta més potència en el refrescament, es complementa amb una bateria de fred en el sistema de ventilació (necessari en tota instal·lació de climatització per terra radiant).

Avantatges específics dels sistemes de refrescament radiant

A part dels avantatges descrits anteriorment pel terra radiant, altres avantatges específics són:

- La potència consumida per la màquina de refrigeració és menor quan s'utilitza un sistema radiant en el que el fluid fred és aigua, que si es fa servir un sistema de refredament amb aire, ja que en aquest cas hi ha un bescanviador intermedi.
- Tenint en compte la inèrcia tèrmica de l'edifici, degut a l'acumulació de fred en els seus materials, es pot treballar amb aire interior a superior temperatura que si es fa servir un sistema convectiu. D'aquesta manera la potència frigorífica de la màquina de fred pot reduir-se fins a un 1/2 o 2/3 de la que es necessita amb l'altre sistema.
- Pel fet de necessitar menys potència refrigerant, significa contractar menys potència elèctrica total, per tant, menys diners en la factura elèctrica.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Disseny de les instal·lacions

L'esquema d'una instal·lació de calefacció i refrescament radiant és el de la Figura 1.83.

Hi ha representats tots els elements, excepte els distribuïdors (ja vistos anteriorment) i els de regulació de cada ambient.

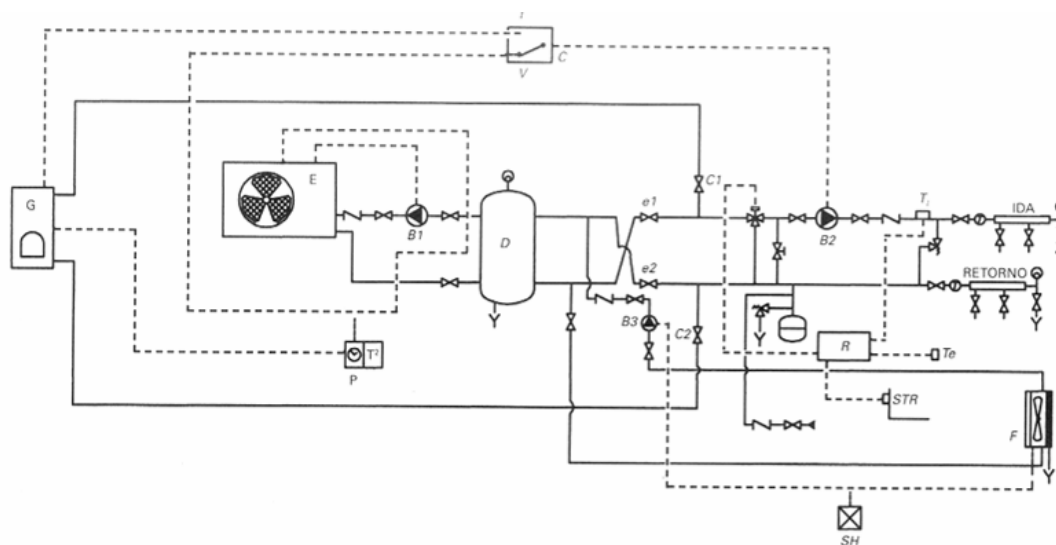


Figura 1.83 Esquema general d'una instal·lació de refrescament radiant

Els elements que la componen són:

E. Màquina refredadora o bomba de calor.

G. generador de calor.

D. Dipòsit amortidor, d'inèrcia o tampó: la missió d'aquest dipòsit és la d'evitar que les maniobres d'arrencada i aturada del compressor siguin molt contínues degut al petit salt tèrmic entre l'anada i el retorn.

B1, B2, B3. Bombes de circulació.

R. Centraleta de regulació climàtica.

C. Interruptor hivern/estiu.



F. Fan-coil: la seva missió és la de deshumidificar l'aire ambient.

P. Programador de calefacció i refrigeració.

Per tal que els intervals d'arrencada i aturada de la màquina siguin superiors a un temps donat t , una forma senzilla d'estimar el volum d'aquest dipòsit és:

$$V = \frac{P_f}{T_{ret} - T_{ev}} \cdot \frac{t}{60}$$

Eq. 1.7

On :

P_f és la potència frigorífica de la màquina,

T_{ret} és la temperatura de retorn de l'aigua dels circuits ($\sim 20^\circ\text{C}$),

T_{ev} és la temperatura de retorn de l'evaporador ($\sim 12^\circ\text{C}$),

t és el temps mínim d'arrencada de la màquina en minuts.

Aspectes constructius diferencials del refrescament radiant.

Els sistemes de canonades són bàsicament iguals que els de calefacció, només s'ha d'afegir un sensor de punt de rosada adossat al paviment el més a prop possible als distribuïdors, o en la zona més fresca de l'edificació.

És necessari tenir en compte que els materials del terra tipus moqueta, parquet, vinil, suro, i tota la resta de materials aïllants no són adequats ja que impedeixen el bon funcionament del sistema.

El refrescament es pot fer en sistemes de sostre, o en parets que se sàpiga que no s'hi ha de posar cap tipus de moble.

1.7.5 Selecció del tipus d'instal·lacions de climatització

En aquest apartat es descriurà la selecció dels possibles sistemes a utilitzar en la instal·lació convencional i en la geotèrmica per aquest ordre.

1.7.5.1 Instal·lació convencional

1.7.5.1.1 Selecció del sistema de calefacció

L'objectiu d'aquest apartat és realitzar un resum que permeti destacar els aspectes més significatius de cadascun dels sistemes de calefacció, així com els avantatges i inconvenients de cadascun d'ells, per tal de poder seleccionar la solució més adequada per al nostre cas.

Els sistemes considerats són els següents:

- Calefacció per terra radiant (Taula 1.41)
- Calefacció radiant per efecte Joule (Taula 1.42)
- Calefacció mitjançant acumulació elèctrica (Taula 1.43)
- Calefacció per aigua calenta mitjançant emissors (Taula 1.44)
- Calefacció amb generadors d'aire calent (Taula 1.45)



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - Disminueix el risc de contraure afeccions respiratòries. - És la calefacció que més s'aproxima a la ideal. - La baixa temperatura de treball evita el risc de cremades.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - La baixa temperatura suposa menys pèrdues d'escalfor a les canonades. - Té menys pèrdues de calor pels sostres. - Com que es transmet més energia per radiació, disminueix el salt tèrmic que cal proporcionar a l'aire per les renovacions, obtenint així un important estalvi energètic.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - La temperatura de tot el local és uniforme. - S'aprofita l'inèrcia tèrmica del paviment de la vivenda, de manera que és un sistema ideal per a funcionar en continu. - La gran inèrcia del sistema no permet obtenir escalfaments ràpids. - Es poden produir condensacions d'aigua al terra a l'estiu si no es regula amb precisió la temperatura de l'aigua freda.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - L'electricitat no genera contaminació atmosfèrica local. - Es redueixen les emissions de gasos contaminants. - La pol·lució es genera a les centrals elèctriques que cremen combustibles fòssils.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - L'estalvi solar pot amortitzar la inversió en uns 15 anys. - Segons el clima, caldrà col·locar fan-coils a l'estiu per reduir l'humitat de l'ambient, incrementant així el cost de la inversió.
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta dificultat de reparació en cas de fugues.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Facilita la decoració de les estances. - Només és viable instal·lar-lo en edificis de recent construcció o en aquells on es facin àmplies reformes. - És un sistema força desconegut per la majoria dels usuaris, fet que frena el seu desenvolupament.

Taula 1.41 Avantatges i inconvenients de la calefacció per terra radiant



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - És un tipus de calefacció que s'aproxima a la ideal. - La baixa temperatura de treball evita el risc de cremades.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - No permet l'ús de col·lectors solars tèrmics. No obstant, sempre es podria connectar a un conjunt de panells fotovoltaics. - Com que es transmet més energia per radiació, disminueix el salt tèrmic que cal proporcionar a l'aire per les renovacions, obtenint així un important estalvi energètic. - Pel fet de tenir una temperatura del sostre inferior, es redueixen les pèrdues per aquests tancaments.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - S'aprofita l'inèrcia tèrmica del paviment de la vivenda, de manera que és un sistema ideal per a funcionar en continu. - La gran inèrcia del sistema no permet obtenir escalfaments ni refredaments ràpids. - La temperatura de tot el local és uniforme. - Si es precisa refrigerar l'edifici, caldrà pensar en un sistema addicional que proporcioni fred.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - És la calefacció més neta i silenciosa que existeix (no hi ha canonades, ni compressors, ni ventiladors, ni bombes, etc.). - L'electricitat és contaminant, ja que es cremen combustibles fòssils per obtenir-la, amb un baix rendiment.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - Si es combina amb la tarifa nocturna i la instal·lació de panells fotovoltaics es pot convertir en una inversió viable. - L'electricitat és l'energia més cara actualment al mercat.
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - Pràcticament nul.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - No és recomanable instal·lar-lo en paviments com el parquet. - S'evita tenir molestos aparells en llocs on seria millor col·locar-hi mobles o altres elements decoratius. - Només és viable instal·lar-lo en edificis de recent construcció o en aquells on es facin àmplies reformes.

Taula 1.42 Avantatges i inconvenients de la calefacció radiant per efecte Joule



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - No és la millor calefacció, degut a les corrents d'aire i al gradient de temperatures creixent amb l'alçada. - Durant la càrrega, els acumuladors assoleixen temperatures elevades que podrien ocasionar cremades.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - No permet l'ús de col·lectors solars tèrmics. No obstant, sempre es podria connectar a un conjunt de panells fotovoltaics.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - És ideal per habitatges amb ocupació contínua. - La gran inèrcia del sistema no permet obtenir escalfaments ni refredaments ràpids. - S'estableixen zones fredes i zones calentes a les habitacions. - Si es precisa refrigerar l'edifici, caldrà pensar en un sistema addicional que proporcionï fred.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - Els acumuladors dinàmics duen ventiladors d'aire que poden provocar sorolls. - L'electricitat és contaminant, ja que es cremen combustibles fòssils per obtenir-la, amb un baix rendiment.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - Si es combina amb la tarifa nocturna es pot convertir en una inversió viable. - L'electricitat és l'energia més cara actualment al mercat.
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - Els acumuladors estàtics pràcticament no precisen manteniment, mentre que els dinàmics necessiten més supervisió al comptar amb elements mòbils.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - És fàcil d'instal·lar, ja que només es precisa de poc espai i d'un endoll proper a l'aparell. Per contra, els acumuladors són aparells molt pesats. - Els acumuladors poden fer nosa a l'hora de decorar les habitacions, a més de produir taques a les parets degut al moviment de la pols de l'aire.

Taula 1.43 Avantatges i inconvenients de la calefacció mitjançant acumulació elèctrica



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - La circulació per convecció natural de l'aire provoca corrents d'aire que poden ser poc saludables, ja que s'acumula l'aire calent a les parts altes i es ressequen les mucoses. - Els emissors treballen a temperatures de l'ordre dels 80°C, fet que suposa risc de cremades.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - Es produeixen inevitables pèrdues a la caldera i a les canonades degut a l'alta temperatura de l'aigua. - Amb l'ús de col·lectors solars es poden assolir elevats nivells d'eficiència.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - Si s'utilitzen radiadors d'alumini, la resposta del sistema a la regulació és força ràpida (és un sistema amb poca inèrcia). Això no passa amb radiadors de fosa ja que tenen una major inèrcia tèrmica. - Si es precisa refrigerar l'edifici, caldrà pensar en un sistema addicional que proporcioni fred. - S'estableixen zones fredes i zones calentes a les habitacions.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - La circulació d'aigua provoca alguns sorolls en moments puntuals. - La crema de combustibles fòssils genera gasos contaminants. - L'ús d'energia solar pot evitar part d'aquesta contaminació atmosfèrica.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - Si s'implementa amb un sistema d'energia solar, caldrà sobredimensionar els radiadors, ja que aquests treballaran a temperatures més baixes. - Les empreses subministradores de gas natural ofereixen facilitats per finançar les instal·lacions.
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - És un dels sistemes més estesos actualment, de manera que és més fàcil i barat trobar recanvis, instal·ladors, reparadors, etc. - Cal drenar els circuits d'aigua periòdicament, així com fer revisions de la caldera anualment.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Els emissors poden ser una nosa per a la decoració de la casa.

Taula 1.44 Avantatges i inconvenients de la calefacció per aigua calenta: emissors



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - No és la calefacció ideal ja que es produeixen corrents d'aire perniciosos. - No obstant, es solen emprar filtres i aparells purificadors.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - Es produeixen inevitables pèrdues al generador i als conductes. - En certes èpoques de l'any es pot ventilar la vivenda "gratuïtament" amb l'aire exterior. - La implementació de les energies renovables és difícil.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - Permet una bona regulació de les renovacions d'aire, temperatura i humitat relativa. - Si es precisa refrigerar l'edifici, caldrà pensar en un sistema addicional que proporcioni fred. - No es produeixen zones calentes i fredes.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - Els ventiladors d'aire poden ocasionar sorolls. - La crema de combustibles fòssils genera gasos contaminants.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - És un sistema que resulta més viable en instal·lacions grans (indústries, grans comerços, etc.).
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita revisions periòdiques.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - No es dificulta la decoració de les estances en el sentit que no es veuen elements "estranyos", però cal preveure lloc pels conductes d'aire. - Només és viable instal·lar-lo en edificis de recent construcció o en aquells on es facin àmplies reformes. - És un sistema poc utilitzat en habitatges unifamiliars.

Taula 1.45 Avantatges i inconvenients de la calefacció per generadors d'aire calent

La conclusió a la que s'arriba és que el sistema que més encaixa en les necessitats del projecte és el de *calefacció per aigua calenta amb radiadors*, ja que a part de que la instal·lació es vol comparar amb una instal·lació de *calefacció per terra radiant*, es tracta d'un sistema amb poca inèrcia tèrmica, augmentant aquesta si es tracta de radiadors de fosa, i amb poques pèrdues degut a què les pèrdues per les canonades es produeixen dins de la casa. També és convenient el seu ús tenint en compte que són moltes les habitacions relativament petites i l'abundància d'instal·ladors per aquest tipus de sistema.

1.7.5.1.2 Selecció del sistema de refrigeració

L'objectiu d'aquest apartat és realitzar un resum que permeti destacar els aspectes més significatius de cadascun dels sistemes de refrigeració, així com els avantatges i inconvenients de cadascun d'ells, per tal de poder seleccionar la solució més adequada per al nostre cas.

Els sistemes considerats són els següents:

- Aire condicionat mitjançant bomba de calor (Taula 1.46)
- Refrescament per terra radiant (Taula 1.47)
- Aire condicionat mitjançant unitat central (Taula 1.48)
- Aire condicionat mitjançant splits (Taula 1.49)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - No és la refrigeració ideal ja que es produeixen corrents d'aire perniciosos. - No obstant, es solen emprar filtres i aparells purificadors.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - Les bombes de calor presenten elevats índexs d'eficiència energètica. - Si bé no és possible la utilització de col·lectors solars tèrmics, sí que es podrien emprar panells fotovoltaics per donar corrent al compressor.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - És un sistema de climatització integral. - Permet una bona regulació de les renovacions d'aire, temperatura i humitat relativa. - No es produeixen zones calentes i fredes. - La resposta davant de pics de demanda és molt bona, però no permet emmagatzemar calor o fred degut a l'escassa inèrcia tèrmica de l'aire.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - Els fan-coils duen ventiladors d'aire que poden provocar sorolls. - L'electricitat és contaminant, ja que es cremen combustibles fòssils per obtenir-la.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - És un sistema que s'està instal·lant molt darrerament, de manera que els preus s'estan abaratint considerablement.
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - Només precisa una neteja anual dels filtres d'aire de les unitats terminals.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - La decoració de les estances es pot veure dificultada degut a la presència de les unitats terminals. - Es pot instal·lar sense problemes en edificis ja construïts.

Taula 1.46 Avantatges i inconvenients de l'aire condicionat mitjançant bomba de calor



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - Disminueix el risc de contraure afeccions respiratòries. - És la refrigeració que més s'aproxima a la ideal.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - La baixa temperatura suposa menys pèrdues d'escalfor a les canonades. - Té menys pèrdues de calor pels sostres. - Com que es transmet més energia per radiació, disminueix el salt tèrmic que cal proporcionar a l'aire per les renovacions, obtenint així un important estalvi energètic.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - La temperatura de tot el local és uniforme. - S'aprofita l'inèrcia tèrmica del paviment de la vivenda, de manera que és un sistema ideal per a funcionar en continu. - La seva capacitat de refrigeració està limitada sobre els 32 W/m² i pot ser necessari el recolzament amb un altre sistema de refrigeració. - Es poden produir condensacions d'aigua al terra a l'estiu si no es regula amb precisió la temperatura de l'aigua freda.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - L'electricitat no genera contaminació atmosfèrica local. - Es redueixen les emissions de gasos contaminants. - La pol·lució es genera a les centrals elèctriques que cremen combustibles fòssils.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - Segons el clima, caldrà col·locar fan-coils a l'estiu per reduir l'humitat de l'ambient, incrementant així el cost de la inversió.
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta dificultat de reparació en cas de fugues.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Facilita la decoració de les estances. - Només és viable instal·lar-lo en edificis de recent construcció o en aquells on es facin àmplies reformes. - És un sistema força desconegut per la majoria dels usuaris, fet que frena el seu desenvolupament.

Taula 1.47 Avantatges i inconvenients del refrescament per terra radiant



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - No és la refrigeració ideal ja que es produeixen corrents d'aire perniciosos. - No obstant, es solen emprar filtres i aparells purificadors.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - Les unitats centrals presenten elevats índexs d'eficiència energètica. - Si bé no és possible la utilització de col·lectors solars tèrmics, sí que es podrien emprar panells fotovoltaics per donar corrent al compressor.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - És un sistema de climatització integral. - Els nivells de soroll són molt baixos. - Permet una bona regulació de les renovacions d'aire, temperatura i humitat relativa. - Alta estabilitat tèrmica.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - L'electricitat no genera contaminació atmosfèrica local. - Es redueixen les emissions de gasos contaminants.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - Alt cost de la instal·lació inicial ja que és necessari l'ús de conductes, plafons, falsos sostres.
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - El manteniment es senzill i espaiat en el temps.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Resulten molt estètics ja que tant sols es veu la reixeta de difusió. - Dóna una imatge de molt valor a la vivenda que compta amb ell.

Taula 1.48 Avantatges i inconvenients de l'aire condicionat per unitats centrals



Aspecte	Característiques
Salut	<ul style="list-style-type: none"> - No és la refrigeració ideal ja que es produeixen corrents d'aire perniciosos. - No obstant, es solen emprar filtres i aparells purificadors.
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> - Els splits presenten elevats índexs d'eficiència energètica. - Si bé no és possible la utilització de col·lectors solars tèrmics, sí que es podrien emprar panells fotovoltaics per donar corrent al compresor.
Funcionament	<ul style="list-style-type: none"> - És un sistema de climatització integral. - Els nivells de soroll són molt baixos. - Permet una bona regulació de les renovacions d'aire, temperatura i humitat relativa. - La resposta davant de pics de demanda és molt bona, però no permet emmagatzemar fred degut a l'escassa inèrcia tèrmica de l'aire.
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> - L'electricitat no genera contaminació atmosfèrica local. - Es redueixen les emissions de gasos contaminants. - El principal problema radica en la utilització dels gasos refrigerants com R410A o R407C.
Cost	<ul style="list-style-type: none"> - Són relativament econòmics ja que és un sistema força conegut per la majoria dels usuaris i el fa ser el més popular.
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> - El manteniment és relativament fàcil i més espaiat.
Altres	<ul style="list-style-type: none"> - Resulten bastant estètics, sobretot els d'última generació. - La instal·lació pot resultar una mica difícil en alguns llocs, com en parets prefabricades, i augmentar així el seu cost.

Taula 1.49 Avantatges i inconvenients de l'aire condicionat per splits

La conclusió a la que s'arriba és que el sistema que més encaixa en les necessitats del projecte és el d'aire condicionat mitjançant unitat central ja que es tracta d'un sistema

de refrigeració molt estètic, amb un fàcil manteniment i amb un elevat índex d'eficiència energètica.

També és convenient el seu ús ja que són diverses les zones a climatitzar i el fet de poder individualitzar la climatització juga a favor de l'estalvi energètic.

Cal dir també que al tractar-se d'una vivenda en construcció la instal·lació d'aquest sistema de climatització resulta més fàcil i viable que no pas en una vivenda ja construïda en la que pràcticament seria impensable.

1.7.5.2 Instal·lació geotèrmica

1.7.5.2.1 Selecció del tipus de circuit de la instal·lació geotèrmica

Les característiques dels sistemes oberts han estat ja descrites en l'apartat 1.0.3.1.1. i les del sistemes tancats a l'apartat 1.0.3.1.2.

Diferents estudis geològics i hidrogeològics del subsòl de la zona on es dissenya el present projecte indiquen que no es disposen de subsòls permeables propers ni d'aqüífers. Per aquest motiu la implantació d'un circuit obert no és gens recomanable, per tant en aquest cas es realitzarà el disseny de la instal·lació mitjançant un circuit tancat.

1.7.5.2.2 Selecció del tipus de bomba de calor geotèrmica

Existeixen, certament, moltes possibilitats de classificar les bombes de calor, però tenint en compte l'objecte del present projecte s'indicaran tan sols aquelles que tinguin certa relació amb la geotèrmica. Així doncs, la font energètica d'origen serà o bé l'aigua o bé el subsòl. A continuació es mostren els tres tipus possibles.



1.7.5.2.2.1 Aigua-Aire

Tota font energètica en la qual la temperatura sigui de 0°C o inferior, presenta el problema de l'extracció del gebre, com a conseqüència de la congelació del vapor d'aigua condensat a l'ésser la temperatura de la paret de l'evaporador negativa i inferior a la del punt de rosada. El màxim perill es planteja amb temperatures exteriors positives properes a +0°C, doncs per sota d'aquesta temperatura el contingut d'aigua de l'aire exterior es molt petit.

Davant l'aire, l'aigua com a font energètica presenta indubtables avantatges, destacant les següents: temperatura més uniforme durant tot l'any, i possibilitat d'obtenir COP més constants. Degut a la major calor específica de l'aigua resulten equips més petits a igualtat de potència calorífica a subministrar que els que utilitzen l'aire com a focus fred, obtenint-se un coeficients de prestació superiors.

El nivell de soroll és menor perquè les bombes necessàries per a la impulsió d'aigua són més silencioses que els ventiladors necessaris per als equips d'aire; inclòs en èpoques fredes la temperatura de l'aigua permet que la màquina subministri totes les necessitats calorífiques, mantenint coeficients de prestació alts i no essent precis en la major part de les ocasions un recolzament energètic auxiliar siguin calderes o resistències elèctriques.

Per tot això, una altra possible solució a aplicar és la de la bomba de calor aigua-aire, la qual extrau la calor d'un circuit d'aigua i el transfereix a un circuit d'aire. Sumant-li a més a més l'equivalent calorífic del treball del compressor.

Tradicionalment s'ha optat a les aigües superficials, rius i llacs, o aigües subterrànies poc profundes que mantenen una temperatura durant l'any entre 10° i 15°C aproximadament.

La major dificultat resideix en trobar prop un pou, riu o capa freàtica, els quals es troben a una temperatura mitja de +13°C, per a que no es produeixin costos de bombeig



importants. Un altre avantatge es troba en que les aigües subterrànies tenen poca variabilitat en la seva temperatura el que permet a la màquina un funcionament regular, amb rendiments elevats. A més a més, és possible l'ús del procediment de calefacció i refrigeració dins del mateix edifici, si es donen necessitats simultànies de calor i fred durant molts períodes de l'any.

En qualsevol cas la previsió d'una bomba de calor aigua-aire queda restringida a edificacions amb ubicació pròxima a masses d'aigua que hauràn d'existir en quantitats suficients per a que es garanteixi el funcionament de la instal·lació durant l'any.

Així doncs resulta evident la major complicació tècnica de la instal·lació i la necessitat de comptar amb grans quantitats d'aigua, així com les mesures de control d'aquesta, que ha de complir determinats requisits. Es per això que la seva projecció futura sembla orientar-se cap a la seva conjunció amb l'energia solar, el que simplifica la seva instal·lació i proporcionaria estalvi energètic.

1.7.5.2.2.2 Aigua-Aigua

El seu funcionament és similar a l'anterior, doncs obtenen l'energia d'un circuit d'aigua transferint aquesta juntament amb la consumida pel compressor a un altre circuit també d'aigua a major temperatura. Els requisits en quant a qualitat del líquid i eventual ubicació juntament a un llac, capa freàtica, pou, etc., són els mateixos del cas anterior, juntament amb el bombeig d'aigua normalment entre dos pous, un d'alimentació i un altre de retorn. L'aigua ha de tornar-se al lloc d'origen després del seu refredament, la qual cosa pot crear problemes per baixa inèrcia tèrmica. La utilització correcta de l'aigua subterrània exigeix la construcció de dos pous separats, un per a l'alimentació i un altre per al retorn de l'aigua refredada per l'evaporador.

Reduint el valor de la temperatura de generació es pot augmentar el rendiment de la bomba de calor. Una solució consisteix en augmentar la superfície de la instal·lació per a augmentar la radiació i, per tant, rebaixar la seva temperatura unitaria. El sistema de



terra radiant pot funcionar amb una temperatura de 35°C i inferiors en lloc dels 70°C d'una instal·lació convencional, sent així un sistema favorable per a la bomba de calor aigua-aigua. La calefacció per terra radiant permet obtenir coeficients de rendiments de l'ordre de 5.

L'utilització de col·lectors solars resulta molt adequat, tot i que la instal·lació sigui certament complexa. És fàcil apreciar que la inversió requerida serà molt alta ja que al cost de la bomba de calor se l'ha de sumar el de la instal·lació solar.

Mitjançant un sistema de canalitzacions exclusivament d'aigua per tot l'edifici, es poden organitzar els terminals en cada local amb les bombes de calor ajustades estrictament a les seves diferents necessitats termo-frigorífiques, resolent-se així amb senzills elements de tipus fancoil, exigències de calor i fred simultàniament utilitzant una regulació que fa que el funcionament pugui independitzar-se totalment.

1.7.5.2.2.3 Terra-Aigua

Aquest tipus és molt similar a l'anterior, però és el subsòl la font freda en base a la seva temperatura molt constant i uniforme derivada de la seva gran inèrcia tèrmica. S'han fet estudis sobre aquesta solució, degut als diferents tipus de sòl, humitats o inèrcia dels mateixos, etc., amb vistes a la seva possible utilització, però la realitat és que, actualment, es troben pràcticament limitades a la calefacció de les vivendes unifamiliars aïllades. És necessària una considerable quantitat de terreny per a soterrat el bescanviador exterior, recorregut per un cabal d'aigua o d'aigua glicolada si existeix el risc de congelació, que serveix de captador d'energia tèrmica acumulada al subsòl.

El subsòl actua com un fluid tèrmic en un bescanviador soterrat que es troba constituït per tubs de plàstic de polietilè o polibutilè soterrats a una certa profunditat (segons les necessitats tèrmiques de l'edifici), amb aigua glicolada en forma de serpentins que s'escalfen a una certa temperatura.



La bomba de calor que utilitza en l'evaporador l'aigua procedent de la instal·lació soterrada es troba a l'interior de l'edifici, on es produeix aigua calenta per a ser utilitzada en el circuit de calefacció per terra radiant o amb convectors per a generar aire calent, on es requereixen nivells tèrmic excessivament elevats.

Les necessitats d'espai (de 2 a 4 vegades la superfície total construïda de l'edifici en distribucions horitzontals), així com els problemes derivats del moviment de terres i inclús refredament del propi terreny per l'acció de la bomba de calor (especialment en sòls humits), poden produir formació de gel i possibles moviments dels terrenys durant el posterior desgel.

En tot cas, disposant de l'espai exterior suficient, es poden satisfer d'una forma segura les necessitats calorífiques i frigorífiques de la vivenda, amb la possible contrapartida d'ocupar pràcticament tota la superfície pròxima a l'edifici amb serpentins instal·lats al subsòl, el que fa a la pràctica impossible el seu ús en nuclis urbans, excepte en zones cuitat-jardí.

Selecció del tipus de bomba de calor geotèrmica

Tal com s'exposa a la web de la Generalitat de Catalunya, concretament al departament Agència Catalana de L'aigua, el subsòl de la zona (Alcoletge) on s'emplaça la vivenda del present projecte no conté un alt contingut d'humitat, ni cap aquífer ni pou proper per a poder fer l'extracció directa de l'aigua subterrània. Per aquesta raó s'ha d'optar per una bomba de calor de tipus Terra- Aigua.

1.7.5.2.3 Selecció bomba de calor d'entre diferents marques comercials

De totes les bombes de calor que s'han trobat al mercat, s'han seleccionat tres per a comparar-les entre elles. Les marques i models de cada una d'elles és:

- Bomba de calor CIATESA Àurea módulo IZEH-70 (Taula 1.50)



- Bomba de calor DUCASA DSI 14 TR (Taula 1.51)
- Bomba de calor AIRLAN NRW H 57 H (Taula 1.52)

En les properes tres taules es mostren les característiques principals de cada una de les bombes de calor seleccionades.

Bomba de calor CIATESA Àurea módulo IZEH-70	
Potència refrigeració (kW)	13,4
Potència calefacció (kW)	13,7
Vasos d'expansió incorporats (L)	12 / 12
Cabal bomba circulació circuit interior (L/h)	2.550
Pressió disponible bomba circ.interior (m.c.a)	8,4
Cabal bomba circulació circuit exterior (L/h)	2.550
Pressió disponible bomba circ. exterior (m.c.a)	8,4
Cabal bomba circulació circuit ACS (L/h)	190
Pressió disponible bomba circ. ACS (m.c.a)	3,74
Tipus compressor	Hermètic SCROLL
Tipus refrigerant	R-407c
Intensitat màxima absorbida (A)	18,9
Dimensions (mm)	850 x 534 x 1.377
Nivell sonor (dB)	27
Preu (€)	6.466

Taula 1.50 Característiques principals bomba de calor CIATESA



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Bomba de calor DUCASA DSI 14 TR	
Potència refrigeració (kW)	13,7
Potència calefacció (kW)	14,7
Vasos d'expansió incorporats (L)	24 / 8
Cabal bomba circulació circuit interior (L/h)	2.340
Pressió disponible bomba circ.interior (m.c.a)	7,6
Cabal bomba circulació circuit exterior (L/h)	2.340
Pressió disponible bomba circ. exterior (m.c.a)	7,6
Cabal bomba circulació circuit ACS (L/h)	150
Pressió disponible bomba circ. ACS (m.c.a)	3,06
Tipus compressor	Hermètic SCROLL
Tipus refrigerant	R-407c
Intensitat màxima absorbida (A)	18,9
Dimensions (mm)	640 x 624 x 1220
Nivell sonor (dB)	47
Preu (€)	8.584

Taula 1.51 Característiques principals bomba de calor DUCASA

Bomba de calor AIRLAN NRW H 57 H	
Potència refrigeració (kW)	13,3
Potència calefacció (kW)	15,9
Vasos d'expansió incorporats (L)	8 / 8
Cabal bomba circulació circuit interior (L/h)	2.600
Pressió disponible bomba circ.interior (m.c.a)	9,1
Cabal bomba circulació circuit exterior (L/h)	2.600
Pressió disponible bomba circ. exterior (m.c.a)	9,1
Cabal bomba circulació circuit ACS (L/h)	No disponible
Pressió disponible bomba circ. ACS (m.c.a)	No disponible
Tipus compressor	Hermètic SCROLL
Tipus refrigerant	R-407c
Intensitat màxima absorbida (A)	18,9
Dimensions (mm)	720 x 605 x 1120
Nivell sonor (dB)	46
Preu (€)	8.700

Taula 1.52 Característiques principals bomba de calor AIRLAN



A la Taula 1.53 es realitza una matriu de decisió amb els paràmetres més significatius per al present projecte (Disponibilitat de bombes de circulació per al circuit interior, exterior i ACS; Dimensions reduïdes; Baix nivell sonor; Preu).

	Disponibilitat bombes circ.	Dimensions reduïdes	Baix nivell sonor	Preu	TOTAL
Puntuació parcial	30	15	40	15	100
CIATESA	30	10	40	15	95
DUCASA	30	15	10	12	67
AIRLAN	20	15	5	10	50

Taula 1.53 Matriu de decisió bomba de calor geotèrmica

Observant els resultats obtinguts en la matriu de decisió es selecciona la bomba de calor CIATESA Àurea mòdul IZEH-70

1.7.5.2.4 Tipus de bescanviador soterrat

1.7.5.2.4.1 Canonades

1.7.5.2.4.1.1 Configuració horitzontal

Es selecciona aquesta configuració quan es disposa d'una àrea extensa, com es mostra en la Figura 1.84. També requereix de nivells freàtics propers a la superfície, condicions típiques en zones del nord d'aquest país.

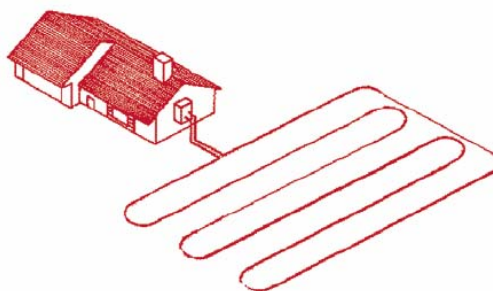


Figura 1.84 Configuració horitzontal



1.7.5.2.4.1.2 Configuració vertical

Al contrari que en el cas anterior s'utilitza quan l'espai horitzontal disponible es petit (Figura 1.85). Consisteix en tubs amb una curvatura especial en U al seu extrem inferior. Amb aquesta configuració es pot arribar a nivells freàtics més profunds.

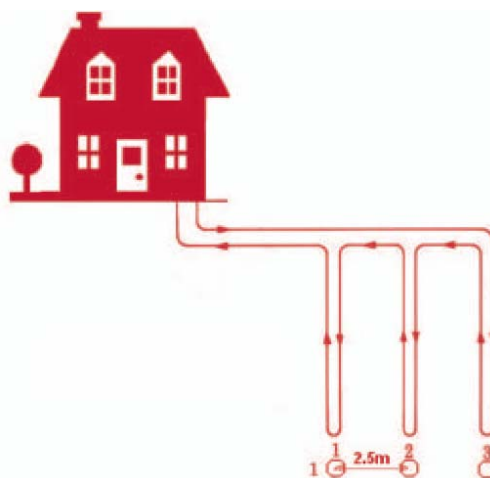


Figura 1.85 Configuració vertical

1.7.5.2.4.2 Plaques

Aquest tipus de bescanviador soterrat es podria considerar com a configuració vertical, degut a que les plaques de bescanvi s'introdueixen al subsòl de manera vertical. L'inconvenient d'aquest tipus de bescanviador es que no està gaire comercialitzat actualment i són més aviat escassos els fabricants que s'hi dediquen.

1.7.5.2.4.3 Selecció del tipus de bescanviador soterrat

Degut a l'escassetat actual de fabricants que produeixen plaques bescanviadores, s'opta per bescanviadors de tipus conductes. Evidentment a l'hora d'escollir entre la configuració horitzontal o la vertical el factor que es té més amb compte és l'espai disponible per a la instal·lació del bescanviador soterrat, però també s'han de tenir en compte altres factors com són: cost moviment de terres, afectació de les precipitacions i



energia de bombeig. A la Taula 1.54 es mostra la matriu de decisió on s'estudien els dos tipus de configuracions:

MATRIU DE DECISIÓ PER AL BESCANVIADOR SOTERRAT				
CRITERI	ESPAI NECESSARI	COST PERFORACIONS	ENERGIA DE BOMBEIG	TOTAL
PUNTUACIÓ PARCIAL	60	20	20	100
HORITZONTAL	10	20	10	40
VERTICAL	40	5	15	60

Taula 1.54. Matriu de decisió per al bescanviador soterrat

1.7.5.2.5 Material bescanviador soterrat

S'estudia la possibilitat d'utilitzar Polibutilè o Polietilè per a la canonada del bescanviador soterrat ja que són els materials més emprats actualment.

1.7.5.2.5.1 Polietilè

El polietilè (PE) és químicament el polímer més senzill. És químicament inert al contingut, fet que facilita la seva utilització en una gran varietat de sectors. El polietilè (PE) és molt resistent a baixes temperatures, així com a la tensió, compressió i tracció.

Material molt rígid que té un coeficient de fricció baix. És un material de baixa densitat en comparació amb metalls o altres materials. No és tòxic, és impermeable i s'utilitza en gran part en el sector de l'alimentació. És un plàstic tècnic amb una gran resistència al desgast, a l'abradió, a l'impacte i suporta temperatures molt baixes.

El polietilè és un plàstic termoconformat molt resistent i amb unes excel·lents propietats químiques.



Com a característiques principals del polietilè es podrien destacar les següents:

- Fisiològicament inofensiu (químicament inert al contingut)
- Hidròfug
- Extremada resistència al desgast, al tall i a les rascades
- Resistència als productes àcids i alcalins

Els sectors on més s'utilitza aquest plàstic són:

- Sector alimentari
- Sector d'instal·lacions industrials i domèstiques
- Sector industrial d'aplicacions tècniques
- Sector de la construcció
- Sector paper
- Sector d'aplicacions mèdiques (ortopèdia)

A la Taula 1.55 es mostren les seves característiques tècniques.

PROPIETAT	UNITAT	NORMA	POLIETILÈ (PE)
Allargament al trencament	%	DIN 53455	800
Conductivitat Tèrmica	W/Km	DIN 52612	0,43
Coefficient de dilatació Tèrmica de 20°C a 50°C	m/m K		$200 \cdot 10^{-6}$
Coefficient de Fricció			0,2
Densitat	g/cm ³	DIN 53479	0,95
Duresa a la bola	N/mm ²	DIN 53456	
Duresa "Shore"		DIN 53505	D65
Mòdul d'elasticitat	N/mm ²	DIN 53457	900
Punt de fusió	°C	ASTM D789	138
Resistència Superficial		DIN 53482	$1 \cdot 10^{13}$
Resistència a l'impacte	KJ/m ²	DIN 53453	No es trenca
Resistència a la tracció	N/mm ²	DIN 53455	28
Temperatura màxima d'us	°C	NORMAL	80
Temperatura mínima d'us	°C		-100

Taula 1.55 Característiques tècniques polietilè



1.7.5.2.5.2 Polibutilè

El polibutilè té una combinació de propietats interessant:

- Resistència a la temperatura i a la pressió
- Resistència a la fluència: molt baixa deformació amb càrregues pesades en una àmplia gamma de temperatures
- Flexibilitat, inclús a baixa temperatures
- Resistència a la ruptura per tensions, amb escassa influència dels agents exteriors
- Resistència als productes químics, similar a la del polipropilè
- Resistència a l'abrasió
- El coeficient d'expansió tèrmica linial és relativament baix si es compara amb altres materials plàstics utilitzats al sector de les canonades
- Capacitat per ésser soldat
- Alta fiabilitat en el temps
- Atoxicitat
- Absència de corrosió
- Baixa conductivitat tèrmica

La retenció de les propietats mecàniques a altes temperatures permet una reducció de l'ús de material d'un 30 a un 40% per unitat de longitud de canonada, el qual s'aconsegueix reduint l'espessor de les parets en comparació amb altres materials.

A més a més, gràcies a la seva flexibilitat, els tubs de polibutilè s'instal·len amb major facilitat que altres més rígids. Fan falta menys accessoris i es redueixen així també els costos de tot el sistema.

La facilitat per a corbar les canonades realitzades amb aquest material no només permet una important reducció en el nombre d'accessoris, sinó també disminueix els problemes de flux causats per una secció de tub excessivament petita.



Per un altra banda, la resistència a l'abradió fa possible l'augment de la velocitat del flux, sense abradió de la superfície interior de la canonada.

1.7.5.2.5.3 Selecció del material del bescanviador soterrat

Les característiques més rellevants a l'hora de seleccionar el material més adient per al bescanviador soterrat són clarament la resistència a la pressió i la conductivitat tèrmica. Tots dos materials tenen una bona resistència a la pressió, però és el polietilè el que té una major conductivitat tèrmica. Per aquesta raó el material seleccionat és Polietilè. Aquesta elecció es pot observar també a l'apartat 2.8.2.2.1.1

1.7.5.2.6 Longitud necessària bescanviador soterrat

La longitud òptima del bescanviador exterior és de 100 m. La justificació es troba a l'apartat 2.1.8.4

1.7.5.2.7 Selecció del sistema de calefacció

Segons s'exposa a l'apartat 1.7.5.2.2 degut a que s'escolleix justificadament una bomba de calor de tipus Terra - Aigua, dels quatre tipus de sistemes de calefacció que s'exposen a l'apartat 1.7.3 el més convenient a utilitzar és el de calefacció per aigua calenta, desestimant per tant la calefacció per vapor, per aire calent i l'elèctrica.

Conseqüentment les possibilitats més indònies a instal·lar en el cas de les unitats terminals són les mostrades a continuació:

- Radiadors
- Superfície radiant
- Fancoils



A part de complir la normativa aplicable en la instal·lació hi ha uns factors que es pretenen tenir en compte a l'hora d'escollir un tipus d'unitat terminal o una altra. Aquests factors són:

- Uniformitat en la distribució de la calor, per tal d'evitar zones fredes i zones molt calentes dins del mateix local.
- Un treball a baixa temperatura, per tal de poder utilitzar la bomba de calor escollida amb bones prestacions i un alt rendiment.
- Una emissió de calor principalment per radiació per a evitar en la mesura del possible la convecció i per tant els corrents d'aire que farien moure la pols i per tant ennegriments de les parets i cortines.
- Evitar en la mesura del possible elements terminals a les parets i sostres per tal d'augmentar el confort estètic i visual de la vivenda

Amb aquests factors es crea la següent matriu de decisió (Taula 1.56):

MATRIU DE DECISIÓ SISTEMA CALEFACCIÓ INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA					
CRITERI	Uniformitat distribució calor	Treball a baixa temperatura	Emissió calor per radiació	Confort visual/estètic	TOTAL
PUNTUACIÓ PARCIAL	30	40	20	10	100
RADIADOR	10	15	5	0	30
SUPERFÍCIE RADIANT	25	35	15	10	85
FANCOIL	10	30	0	0	40

Taula 1.56. Matriu de decisió pel sistema de calefacció de la instal·lació geotèrmica

Per tant el sistema de calefacció escollit per a la instal·lació geotèrmica és la superfície radiant.



1.7.5.2.7.1 Superfície radiant

Un cop seleccionat el sistema de superfície radiant com a sistema de calefacció es pretén estudiar, mostrar i seleccionar en aquest apartat de la Memòria tots els aspectes relacionats amb l'anomenat sistema.

1.7.5.2.7.1.1 Selecció del tipus de superfície radiant

La calefacció per sistema radiant pot ésser de tres tipus:

- Terra radiant
- Sostre radiant
- Parets radiants

El sistema de terra radiant és el més utilitzat i comercialitzat avui en dia, tant per les seves prestacions com a sistema de calefacció com per a la facilitat de la seva instal·lació envers els altres dos sistemes. Per tant el sistema escollit és el Terra radiant.

1.7.5.2.7.1.2 Selecció de la distribució

A l'apartat 1.7.3.5.2 s'exposen els diferents tipus de distribució del terra radiant.

D'entre les diferents possibilitats de poder distribuir les canonades del terra radiant s'escolleix la distribució en espiral, ja que és la que millor homogeneïtza la temperatura en la superfície radiant. A més a més s'adapta amb facilitat a qualsevol forma geomètrica quadrada o rectangular, o fins i tot més irregular

La distribució final del terra radiant en la vivenda d'aquest projecte es pot observar als plànols 12 i 13.



1.7.5.2.7.1.3 Dimensionament del terra radiant

Seràn necessaris 669 metres de canonada de polietilè reticulat amb barrera d'oxigen. Tots els càlculs necessaris per a la instal·lació de terra radiant es troben exposats i justificats a l'apartat 2.1.3.2.

1.7.5.2.8 Selecció del sistema de refrigeració

Evidentment de tots els sistemes de refrigeració exposats a l'apartat 1.7.4 es selecciona la bomba de calor. Una bomba de calor reversible utilitzable tant a l'hivern per a produir calor, com per a l'estiu per a absorbir-la i refrigerar l'ambient.

1.7.5.2.8.1 Selecció del tipus d'elements emissors

En època estival, s'utilitza la mateixa instal·lació (terra radiant) soterrada sota paviment que a l'hivern, variant la temperatura de l'aigua, que serà freda.

A l'estiu, si bé el principi és el mateix que per a l'hivern, no succeeix el mateix amb el rendiment, ja que apareixen algunes variacions que no només redueixen les aportacions, sinó que, en alguns casos, fins i tot impedeixen el seu funcionament.

Aquestes variables són:

- Punt de rosada

A l'hivern l'interval de temperatures de la vivenda es troba entre els 23 °C i els 25°C. Si s'observa el diagrama psicromètric de l'aigua a aquestes temperatures es pot observar com el punt de rosada es troba entre els 14 i el 17°C aproximadament. Si s'impulsa aigua per sota d'aquesta temperatura, les canonades conductores produirien condensació, i donat que en aquest tipus d'instal·lacions no poden aïllar-se els tubs, ja que llavors no podrien realitzar la seva funció, es formarien tolls d'aigua en la superfície



del paviment, per tant, en una instal·lació de terra radiant mai s'ha d'impulsar aigua per sota de 14 °C.

Això implica que el rendiment de la instal·lació per a la producció de fred (o millor dit per a l'absorció de calor), no és el suficientment potent com per a cobrir per sí sol les necessitats de refrigeració de cap edificació, sinó que s'ha d'utilitzar com a recolzament amb altres sistemes.

- Humitat relativa

Si la humitat ambiental excedeix del 60%, també provocaria la condensació en la superfície del paviment, pel que amb valor relatiu per sobre del 60% el sistema s'ha d'aturar, això fa molt problemàtica la seva utilització en zones molt humides, i sobre tot en zones costaneres a nivell del mar i a prop de rius, per això és obligatori dotar a l'edificació d'un sistema de deshumidificació, per a poder aconseguir una major quantitat de temps en el que es pugui mantenir en funcionament el sistema.

- Temperatura d'impulsió

El punt de rosada obliga a impulsar l'aigua als circuits de terra radiant per sobre dels 14°C. Això porta associat el problema de la potència que es pot aportar, la qual es pot especificar genèricament al voltant dels 36 W/m² (s'ha trobat en certs articles tècnics que la potència màxima que pot aportar és de 32 W/m², per ésser més restrictiu es dimensionarà la instal·lació de refrigeració del present projecte amb aquesta última dada), totalment insuficient per a que una instal·lació de terra radiant pugui arribar a produir per sí mateixa el fred necessari en una vivenda.

- Temperatura de superfície de paviment

De la mateixa manera que en la instal·lació de calefacció la superfície del paviment no pot excedir de 29°C, en la seva utilització per a refrescar tampoc pot baixar la



temperatura de superfície per sota dels 20°C, el perill torna a ésser la condensació i el consegüent entollament del paviment.

- Tipus de paviment

Els terres radiants per a calefacció no tenen problemes amb els diferents tipus de paviment existents, si bé per als paviments de fusta s'ha de tenir una cura especial, i la realització d'uns treballs addicionals a la seva col·locació per a no tenir problemes amb ells, tot i que si es tenen en compte tots els detalls a realitzar, no acostumen a donar cap problema.

Per a la producció de fred el problema s'aguditza. Un dels grans reptes que presenta la fusta en la seva instal·lació en contacte amb la humitat. S'ha de parlar de compte que en les instal·lacions de terra radiant (en la modalitat refrescant) és inevitable produir humitat en la massa de morter que embolica els tubs. A més a més, la fusta es col·loca amb una base que sol ser de gomaescuma que és aïllant, pel que aquest material ha d'eliminar-se per a terres radiants. Al seu lloc s'ha de col·locar una altra varietat que és de cartró ja que aquest és millor transmissor de calor, però per a proporcionar fred, la humitat produïda mullarà l'anomenada base.

Aquesta humitat produirà dos problemes en la fusta, el primer és que poc a poc, amb el pas del temps, la fusta es degradarà, i el segon inconvenient es produirà quan es posi novament en marxa la instal·lació per a produir calor.

En aquest cas a l'escalfar la massa de morter sota la fusta i la seva base, produirà una evaporació de la humitat. Al trobar-se aquest vapor amb la fusta envernissada en la seva superfície (i consegüentment amb els porus tapats) l'evaporació no té sortida, i això provoca que la massa de fusta es deformi i pugui arribar a saltar.

Tot això indueix a no utilitzar la instal·lació de fred radiant en superfícies amb paviments de fusta.



Un cas semblant ocorre amb les moquetes, la humitat sol mullar-les pel que tampoc és aconsellable la seva instal·lació.

El millor paviment per a instal·lacions de terra radiant, ja sigui en producció de calor com de fred és el compost per mineral natural, en especial el marbre.

- Moviment rotatiu de l'aire

L'aire calent mostra una tendència natural a elevar-se en condicions normals. Pel contrari, en aquestes mateixes condicions l'aire fred tendeix a descendir, es per això que quasi tots els sistemes de refrigeració es basen en la col·locació dels seus punts de repartiment al sostre.

Les instal·lacions de terra radiant estan generalment instal·lades al sòl, per tant el fred queda estratificat a sota nivell i no passa a l'ambient, per això s'ha d'instal·lar un sistema de moviment mecànic de l'aire, per a que al passar aquest del sòl a l'ambient traslladi també el fred.

Un tipus d'unitat terminal que ajudaria a evitar l'estratificació del fred i que utilitzi aigua freda per a refrigerar són els fancoils.

Pels motius exposats anteriorment es selecciona terra radiant amb recolzament mitjançant fancoils.

El fancoil escollit així com les seves característiques tècniques es poden observar a l'apartat 4.3.



1.8 DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

1.8.1 Descripció general de la instal·lació convencional

Es tracta d'un sistema de climatització i ACS mitjançant una instal·lació convencional de caldera de gas amb radiadors per la calefacció i d'unitat central d'aire amb xarxa de conductes per a la refrigeració.

La instal·lació constarà, bàsicament, d'un circuit tancat, a més del circuit d'ACS, que serà de tipus obert.

Pel circuit primari hi circularà l'aigua calenta, escalfada per la caldera de gas i, que anirà posteriorment cap als radiadors de la vivenda.

El segon circuit, serà el d'ACS, i l'aigua calenta que hi circularà partirà des de la caldera de gas en el moment que hi hagi demanda i de manera immediata sense aturar l'aportació de calefacció.

L'aigua freda de la xarxa s'introduirà a la caldera, on serà escalfada gràcies a l'aportació energètica del gas. En cas que no hagi de treballar a potència màxima, la caldera es podrà regular dins un marge molt ampli millorant així l'ajust en la potència a subministrar i que es tradueix en una estabilitat de temperatura tant en ACS com de calefacció molt més gran, sense parades ni arrancades continues. La instal·lació de la caldera s'ubicarà a la zona denominada com a safareig.

La refrigeració de la vivenda constarà de dues unitats centrals, una per planta, i la seva corresponent xarxa de conductes d'impulsió d'aire. No es climatitzaran ni els banys ni l'escala i les seves corresponents càrregues tèrmiques es distribuïran a la resta dels locals de manera equitativa.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



S'han establert 5 zones (plànol 16) atenent a les funcions dels diferents elements que integren la instal·lació:

- **Zona 1:** està integrada per la caldera i els elements de regulació i mesura que estiguin entre la caldera i la bomba de circulació que impulsarà l'aigua de calefacció (plànol 18).
- **Zona 2:** inclou els circuits de radiadors, les canonades, les vàlvules i els elements de mesura, així com la bomba de circulació que impulsarà l'aigua de calefacció (plànol 19).
- **Zona 3:** formen part d'aquest grup les vàlvules i elements necessaris per tal que l'aigua freda entri en condicions a la caldera (plànol 20).
- **Zona 4:** inclou tot el sistema de refrigeració de la planta baixa; unitat central, conductes, reixetes i difusors (plànol 14).
- **Zona 5:** inclou tot el sistema de refrigeració de la planta primera; unitat central, conductes i reixetes (plànol 15).

S'ha elaborat una nomenclatura per tal d'identificar cadascun dels elements que intervenen en el sistema. La codificació i el seu significat es mostren a la Taula 1.57.

CODI	Element	CODI	Element
BH	Bomba de circulació	DT	Detentor
CL	Caldera de gas	PA	Purgador d'aire dels radiadors
CR	Centraleta de regulació	CT	Col·lector de distribució
MN	Manòmetre	VA	Vàlvula antiretorn
ET	Electrovàlvula de dos vies	VR	Vàlvula reductora de pressió
FT	Filtre	VS	Vàlvula de seguretat
ST	Sonda de temperatura	VT	Vàlvula de tall
RD	Radiador	PM	Purgador d'aire manual

Taula 1.57 Nomenclatura dels diferents elements que intervenen en la instal·lació



1.8.1.1 Descripció de la zona 1

La funció principal dels elements de la zona 1 és garantir el subministrament d'aigua calenta al circuit de calefacció de la vivenda. El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la zona 2 es pot veure a la Taula 1.58.

L'aigua que circularà pel circuit de calefacció sortirà de la caldera de gas CL-01 a una temperatura d'uns 80°C.

Codi	Element
CL-01	Caldera de gas
VT-01	Vàlvula de tall
MN-01	Manòmetre d'agulla
CR-01	Centraleta de regulació

Taula 1.58 Llistat d'elements de la zona 1

1.8.1.1.1 Característiques de la caldera

Segons els càlculs de l'apartat 2.1.9, la potència necessària de la caldera es de 13,19 kW per a tot el circuit de calefacció a la que cal afegir 2,08 kW referents a l'ACS i que s'ha calculat a l'apartat 2.1.2 donant una potència total de 15,27 kW.

Per la nostra instal·lació s'utilitzarà la caldera del model ISOFAST CONDENS F 30 E de la marca Saunier Duval amb una potència mínima de 4,9 kW i una màxima de 22,5 kW. És una caldera d'alt rendiment i el seu funcionament és totalment automàtic.

En la Taula 1.59 es mostren les característiques tècniques de la caldera.



Característiques Tècniques
Potència mínima (80/60 °C): 4,9 kW
Potència màxima (80/60 °C): 22,5 kW
Vas d'expansió: 10 litres
Capacitat màx. de la instal·lació: 210 litres
Rendiment a potència màxima (80/60 °C): 97,8 %
Rendiment al 30% (50/30 °C): 107,8 %
Pressió màxima de servei: 3 bar
Pes: 51 Kg

Taula 1.59 Característiques tècniques de la caldera F 30 E

S'ubicarà a la dependència denominada com safareig, i s'instal·larà recolzada a la paret tal i com s'indica en el plànol 24.

1.8.1.1.2 Valvuleria de la zona 1

Vàlvula de tall

Permetrà tallar el flux d'entrada al circuit de calefacció en el moment que es vulgui. Se n'instal·larà una a la sortida de la caldera i abans de la bomba de circulació de la marca ROCA i de diàmetre 1-1/2".

1.8.1.1.3 Altres elements de la zona 1

Manòmetre d'agulla

Permetrà mesurar la pressió de l'aigua a la sortida de la caldera. Per a aquesta instal·lació s'ha escollit el model IM 30 503 de la marca Salvador Escoda.



1.8.1.1.4 Dimensions de les canonades de la zona 1

Les canonades seran de multicapa. El diàmetre de les canonades de la zona 1 serà 40 mm i anirà des de la sortida de la caldera fins a la bomba de circulació.

Les canonades s'instal·laran amb un pendent mínim de l'1% per facilitar el buidat de la instal·lació. Es subjectaran a les parets mitjançant una abraçadora per cada metre lineal de canonada, quan aquestes no vagin encastades a la paret. En tal cas, aniran protegides amb tub rugós de PVC o similar.

No caldrà aïllar les canonades ja que segons el RITE només s'han d'aïllar aquells trams de canonada que passin per l'interior de dependències no condicionades no essent aquest el cas.

1.8.1.2 Descripció de la zona 2

La funció principal dels elements de la zona 2 és garantir el confort tèrmic dels ocupants de la vivenda, mitjançant els radiadors.

El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la zona 2 es pot veure a la Taula 1.60.

L'aigua que circularà pel circuit de la zona 2 vindrà directament de la caldera de gas CL-01. L'aigua adquireix la impulsió necessària gràcies a la bomba de circulació BH-01. Aleshores ja es dirigeix cap a les diferents dependències de la casa.

Els radiadors que disposa la casa són el model SAHARA 700/80 i 800/80 i GARDA 1200 i 2000 de la marca FONDITAL, a l'entrada de cada radiador hi ha un detentor i a

la sortida un purgador que ja porta el propi radiador de fabrica, però a més, al final de les tuberies secundaries hi ha un purgador per treure l'aire dels tubs (PA-01 i PA-02).

Codi	Element
BH-01	Bomba de circulació
RD-01 a RD-15	Radiadors
ST-01 i ST-02	Termòstats de temperatura ambient
FT-01	Filtre de l'aspiració de la bomba
PA-01 i PA-02	Purgadors dels circuits de radiador
DT-01 a DT-15	Detentors dels circuits de radiador
MN-02	Manòmetre d'agulla
VT-02 a VT-06	Vàlvules de tall
VA-01 i VA-03	Vàlvula antiretorn
EV-01 i EV-02	Electrovàlvula de dues vies
VS-01	Vàlvula de seguretat
CT-01 i CT-02	Col·lector de distribució

Taula 1.60 Llistat d'elements de la zona 2

Al menjador i al passadís hi ha una sonda de temperatura ambient de tipus termostàtic connectada a la centraleta de regulació, que enviaran ordres a les electrovàlvules.

1.8.1.2.1 Valvuleria de la zona 2

Vàlvules de tall

Permetran tallar el flux d'entrada i sortida als distribuïdors. Se n'instal·laran dues d'esfera a cada distribuïdor de marca ROCA de diàmetre 1-1/2".



Detentors

Caldrà instal·lar detentors a les derivacions dels radiadors per tal de poder fer un equilibrat hidràulic integral. Seran de marca Orkli, amb indicador de cabal.

Purgadors d'aire

Caldrà instal·lar purgadors d'aire a cada radiador per tal de poder extreure'n l'aire de manera individual. Seran de la marca Giacomini.

Purgadors automàtics d'aire

Se n'instal·larà un a cada final de cada canonada principal per tal de poder treure l'aire d'aquestes de manera automàtica. Seran de la marca Voss.

1.8.1.2.2 Dimensions de les canonades de la zona 2

Les canonades seran de multicapa. El diàmetre de les canonades serà 40 en la canonada principal, que anirà des de la vàlvula de 3 vies fins al distribuïdor de plantes, la canonada principal de cada planta serà de 32 i la resta de canonades serà de 25. La longitud total de canonada de 40 serà de 0,32 m, 122,24 m de canonada de 32 i 22,05 m de canonada de 25.

Les canonades s'instal·laran amb un pendent mínim de l'1% per facilitar el buidat de la instal·lació. Es subjectaran a les parets mitjançant una abraçadora per cada metre lineal



de canonada, quan aquestes no vagin encastades a la paret. En tal cas, aniran protegides amb tub rugós de PVC o similar.

No caldrà aïllar les canonades ja que segons el RITE només s'han d'aïllar aquells trams de canonada que passin per l'interior de dependències no condicionades no essent aquest el cas.

1.8.1.2.3 Característiques de la bomba de circulació de la zona 2

Requeriments

Segons els càlculs de l'apartat 2.1.4.3, la bomba de circulació de la zona 1 ha de vèncer unes pèrdues de càrrega de 757 mmca i proporcionar un cabal de 0,081 L/s per a la planta baixa i ha de vèncer unes pèrdues de càrrega de 501 mmca i proporcionar un cabal de 0,042 L/s per a la primera planta.

Així doncs, es té que la bomba hidràulica haurà de vèncer unes pèrdues de càrrega de 1258 mmca i proporcionar un cabal de 0,123 L/s per al total de la vivenda.

Bomba de circulació escollida

La bomba instal·lada serà centrífuga, ja que les bombes d'aquest tipus poden desenvolupar una elevada potència però tenen un manteniment baix i un cost inicial reduït. Poden mantenir un cabal constant força elevat i tenen una gran possibilitat de regular el cabal segons les necessitats. Per aquestes raons són les que més s'utilitzen en instal·lacions solars tèrmiques.



Emprant el programa de càlcul del fabricant de bombes Wilo, Wilo-Select, s'ha seleccionat la bomba centrífuga de rotor humit de marca Wilo, model Star-RS 25/4 ClassicStar. Les característiques d'aquesta bomba s'enumeren a la Taula 1.61.

Potència màxima absorbida	67 W
Altura màxima	5 mca
Cabal màxim	0,83 L/s
Pressió màxima de treball	1.000 kPa
Nombre de velocitats	3
Alimentació elèctrica	monofàsic a 230 V
Intensitat màxima	0,29 A
Connexions hidràuliques	1"

Taula 1.61 Característiques principals de la bomba Wilo Star-RS 25/4 ClassicStar

El punt de funcionament de la bomba, segons la seva corba característica, serà de 1.600 mmca i 0,30 L/s.

La bomba s'instal·larà enmig del filtre de partícules sòlides (FT-01) i la vàlvula de tall (VT-04), a la part més baixa del circuit, de manera que s'evitarà la cavitació de la mateixa. Aquesta bomba s'identificarà amb el codi BH-01.

La bomba disposarà de dues vàlvules de bola, una a l'entrada (VT-03) i una a la sortida (VT-04). S'instal·larà, també, un filtre de partícules sòlides a l'aspiració (FT-01). Un manòmetre (MN-02) llegirà la pressió a la sortida de la bomba. Finalment, una vàlvula de retenció (VA-02) marca EUROPA assegurarà el sentit del flux a la sortida de la bomba.



1.8.1.2.4 Regulació i control de la zona 2

Centraleta de regulació

La zona 2 estarà regulada per la centraleta de regulació que actuarà sobre l'electrovàlvula de dos vies de cada planta quan la temperatura ambient de cadascuna sigui la indicada en el termòstat instal·lat.

En el cas que totes dues electrovàlvules actuïn tallant el pas de circulació del fluid, la centraleta de regulació actuarà directament sobre la caldera.

Termòstats de temperatura ambient

S'aprofitarà el termòstat que ve amb la caldera, i es situarà a una alçada adequada per a la seva manipulació, properes als respectius distribuïdors, al menjador de la planta baixa.

A més a més, s'haurà d'instal·lar un altre termòstat de les mateixes característiques que l'anterior a la primera planta, que anirà situat al passadís.

1.8.1.3 Descripció de la zona 3

Els elements de la zona 3 tenen com a missió obtenir l'aigua freda de la xarxa i enviar-la a la caldera per a que aquesta l'escalfi posteriorment quan sigui necessari.

El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la zona 3 es poden veure a la Taula 1.62.

Codi	Element
VR-01	Vàlvula reductora de pressió
FT-02	Filtre de l'aigua de xarxa
VA-02	Vàlvules antiretorn
VT-07 i VT-08	Vàlvules de bola o de tall
VS-02	Vàlvula de seguretat

Taula 1.62 Llistat d'elements de la zona 3

1.8.1.3.1 Altres elements de la zona 3

Els elements que es descriuen a continuació han estat projectats per tal de complir amb l'apartat 2.3 de la norma NIA, i es presenten en l'ordre del sentit del flux de l'aigua freda de xarxa.

Vàlvula reductora de pressió

S'instal·larà una vàlvula reductora a l'entrada de l'aigua freda de marca Rinox, de 1-1/4". Se li assignarà el codi d'identificació VR-01.

Filtre

S'instal·larà a continuació de la vàlvula reductora. El seu codi serà FT-02.



Vàlvules antiretorn

Se n'ubicarà una després del filtre FT-02 i una a la sortida de l'aigua calenta. Seran de marca York i tindran els codis VA-01 i VA-03, respectivament.

Vàlvula de seguretat

Serà de marca comercial Salvador Escoda fabricada en llautó, i se li assignarà el codi VS-02.

La pressió màxima s'establirà en 300 kPa relatius, però es podrà regular entre 200 i 800 kPa.

Vàlvules de tall

Serà de bola, de marca Vir. Se li assignarà l'identificador VT-07 i VT-08.

1.8.1.4 Descripció de la zona 4

La funció principal dels elements de la zona 4 és garantir el confort tèrmic dels ocupants de la planta baixa, mitjançant l'equip de refrigeració central situat en aquesta.

L'aire que circularà pels conductes de la zona 4 sortirà de la unitat central situada sobre el fals sostre del bany 1 i mitjançant la xarxa de conductes dissenyada es dirigirà cap a les diferents dependències de la casa.



L'equip de refrigeració central de la planta baixa és de la marca CIATESA i correspon al model Strato RSN M40. Les característiques tècniques d'aquest equip s'enumeren a la Taula 1.63.

Característiques Tècniques	
Potència frigorífica: 8,8 kW	
Rendiment EER: 2,0	
Cabal d'aire nominal: 1.670 m ³ /h	
Pressió estàtica disponible: 9 mm.c.a.	
Intensitat màxima absorbida a 230V i 50Hz: 35,0 A	
Refrigerant: R-407c	
Dimensions	Llarg: 1.428 mm
	Ample: 804 mm
	Alt: 460 mm
Pes: 145 kg	

Taula 1.63 Característiques tècniques de l'equip de refrigeració Strato RSN 40M

S'instal·larà una reixeta d'impulsió al safareig, dues al menjador, una al rebedor i una a l'habitació de matrimoni, mentre que a la cuina s'hi instal·larà un difusor.

La distribució de la xarxa dels conductes de la planta baixa, que es pot veure al plànol 14, es realitzarà amb panells de llana de vidre de la casa ISOVER i s'elaboraran d'acord amb els càlculs realitzats en l'apartat 2.1.6.2 per tal de satisfer així les necessitats energètiques de cadascun dels locals de la vivenda.

1.8.1.5 Descripció de la zona 5

La funció principal dels elements de la zona 5 és garantir el confort tèrmic dels ocupants de la planta primera, mitjançant l'equip de refrigeració central situat en aquesta.



L'aire que circularà pels conductes de la zona 5 sortirà de la unitat central situada sobre el fals sostre del bany 3 i mitjançant la xarxa de conductes dissenyada es dirigirà cap a les diferents dependències de la casa.

L'equip de refrigeració central de la planta primera és de la marca CIATESA i correspon al model Strato RSN 25. Les característiques tècniques d'aquest equip s'enumeren a la Taula 1.64

Característiques Tècniques	
Potència frigorífica: 5,1 kW	
Rendiment EER: 2,0	
Cabal d'aire nominal: 870 m ³ /h	
Pressió estàtica disponible: 5 mm.c.a.	
Intensitat màxima absorbida a 230V i 50Hz: 19,2 A	
Refrigerant: R-407c	
Dimensions	Llarg: 1.175 mm
	Ample: 736 mm
	Alt: 390 mm
Pes: 112 kg	

Taula 1.64 Característiques tècniques de l'equip de refrigeració Strato RSN 25.

S'instal·larà una reixeta d'impulsió a l'habitació doble 1, una a l'habitació doble 2, una a l'habitació doble 3 i una altra al vestidor, mentre que al passadís s'hi instal·larà un difusor.

La distribució de la xarxa dels conductes de la planta primera, que es pot veure al plànol 15, es realitzarà amb panells de llana de vidre de la casa CLIMAVÉR i es dimensionaran d'acord amb els càlculs realitzats en l'apartat 2.1.6.2 per tal de satisfer així les necessitats energètiques de cadascun dels locals de la vivenda.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



1.8.2 Descripció general de la instal·lació geotèrmica

Es tracta d'un sistema de climatització i A.C.S. mitjançant energia geotèrmica, en el que hi constarà una bomba de calor terra-aigua per assegurar la potència tèrmica a la vivenda tant a l'estiu com a l'hivern. L'escalfament d'ACS es farà per mitjà d'una resistència elèctrica amb ajut a l'hivern de la bomba de calor.

Pels circuits exterior i interior circularà una barreja d'aigua amb anticongelant la qual farà el corresponent bescanvi de calor amb el circuit intern de la bomba de calor en els corresponents bescanviadors de plaques (Figura 1.86):

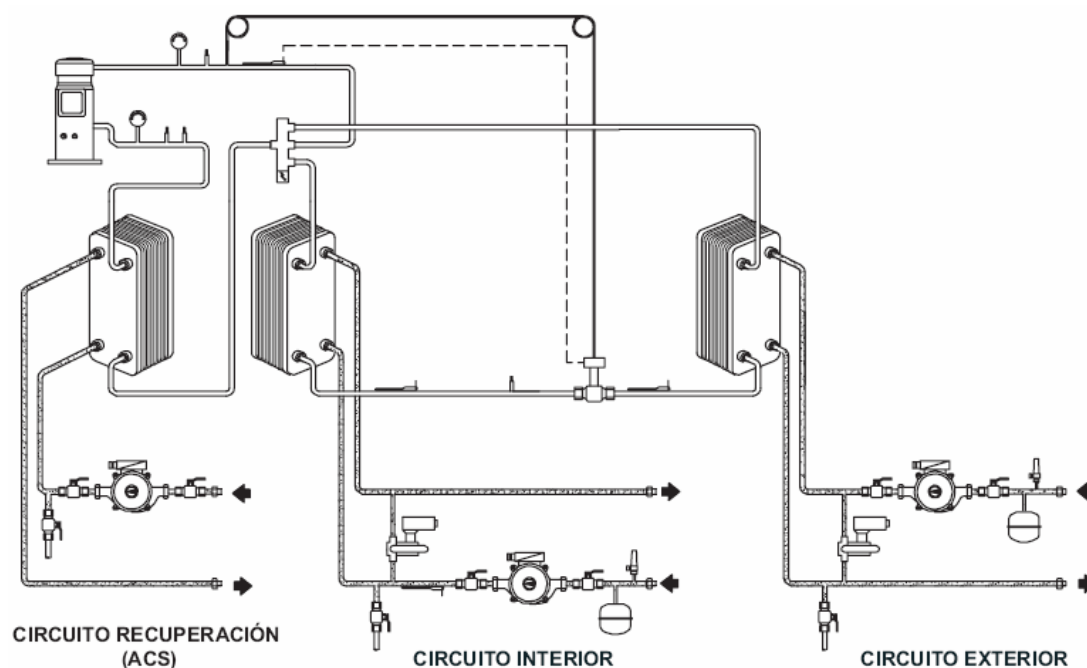


Figura 1.86 Esquema hidràulic de principis de la bomba de calor geotèrmica

El circuit exterior serà l'encarregat de transportar la calor acumulada a l'interior de la terra, des del subsòl fins a la bomba de calor. Aquest estarà format per una canonada introduïda al terra una certa distància que farà de bescanviador i una altra que farà la funció de col·lector entre el bescanviador i la bomba de calor.



El circuit interior serà l'encarregat de transmetre a cada local de la vivenda la seva demanda tèrmica. D'això se n'ocuparà el terra radiant a l'hivern, i el terra radiant (refrescant) i dos fancoils (un per planta) a l'estiu. L'aire fred produït als fancoils serà distribuït per conductes.

L'aigua freda de la xarxa s'introduirà al tanc d'ACS, on serà escalfada per mitjà d'una resistència elèctrica amb aportació de la bomba de calor a l'hivern, fins a assolir la temperatura de consigna del tanc. L'aigua calenta sortirà del dipòsit fins a arribar als punts de consum repartits per la vivenda.

Les instal·lacions s'ubicaran al safareig de la vivenda, excepte el bescanviador geotèrmic.

S'han establert 3 zones (plànol 17) atenent a les funcions dels diferents elements que integren la instal·lació:

- Zona 1: està formada pel bescanviador geotèrmic i les seves connexions amb la bomba de circulació del circuit exterior, així com tota la instrumentació i valvuleria necessària (plànol 21).
- Zona 2: està integrada per la bomba de calor terra-aigua, els circuits de terra radiant, els fancoils, els distribuïdors, les canonades, tota la valvuleria emprada i elements de mesura, així com les dues bombes de circulació (plànol 22).
- Zona 3: formen part d'aquest grup el dipòsit acumulador d'ACS i les vàlvules i elements necessaris per tal que l'aigua freda entri en condicions al tanc d'ACS (plànol 23).



S'ha elaborat una nomenclatura per tal d'identificar cadascun dels elements que intervenen en el sistema, que s'ha utilitzat tant a la memòria com als altres documents del projecte. La codificació i el seu significat es mostren a la Taula 1.65.

Prefix	Element	Prefix	Element
BC	Bomba de calor	PA	Purgador d'aire
BH	Bomba circulació	SA	Sonda anticondensació
CR	Centraleta regulació	ST	Sonda temperatura
DACS	Dipòsit ACS	TR	Terra radiant
DT	Detentor	VA	Vàlvula antiretorn
ET	Electrovàlvula 3 vies	VE	Vàlvula d'equilibrat
EV	Electrovàlvula	VM	Vàlvula mescla
FC	Fan-coil	VR	Vàlvula reductora de pressió
FT	Filtre	VS	Vàlvula seguretat
MN	Manòmetre	VT	Vàlvula de tall
PD	Presostat diferencial	VX	Vas d'expansió

Taula 1.65 Codificació i significat dels diferents elements que intervenen a la instal·lació

1.8.2.1 Descripció de la zona 1

L'objectiu dels elements de la zona 1 és aprofitar al màxim l'energia geotèrmica i fer-la arribar fins a la bomba de calor en les millors condicions possibles. Això s'aconsegueix mitjançant un circuit tancat per on hi flueix aigua amb anticongelant. El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la zona 1 es pot veure a la Taula 1.66.

El fluid caloportador s'impulsa amb una bomba de circulació que inclou la pròpia bomba de calor escollida, arriba al col·lector i posteriorment fa el bescanvi de calor al bescanviador de plaques amb el refrigerant amb que treballa la bomba de calor. Un cop aconseguida la temperatura desitjada al refrigerant intercanvia aquesta calor/fred tant al bescanviador de plaques d'ACS com al del circuit de terra radiant/fan-coils. Els elements de regulació de la zona 1 actuaran de tal manera que s'aprofiti al màxim



l'energia geotèrmica i no es produeixin sobrepressions o temperatures no desitjades en el fluid.

Element	Codificació
Bomba de calor	BC-01
Vàlvula de tall	VT-09 a VT-13
Bomba de circulació	BH-02
Vas d'expansió	VX-01
Vàlvula de seguretat	VS-03
Presostat diferencial	PD-01
Manòmetre	MN-03
Centraleta de regulació	CR-02
Desaigüe	DS-01
Sonda de temperatura	ST-03

Taula 1.66 Llistat d'elements presents a la zona 1

El fluid caloportador del bescanviador geotèrmic entrarà dins la bomba de calor a una temperatura constant durant tot l'any de 17°C.

1.8.2.1.1 Característiques del bescanviador geotèrmic

Marca i model del tub bescanviador

S'utilitzarà canonada de polietilè 32 amb un diàmetre nominal de 1 ½" de la marca Barbi. Les característiques principals d'aquest tipus de canonada es mostren a la Taula 1.67.

Característica	Mesura
Diàmetre nominal	1 ½"
Espessor	3,7 mm
Consuctivitat tèrmica	0,41 W/m·K
Resistència	3,2 MPa

Taula 1.67 Característiques polietilè 32



Longitud necessària per al bescanvi

La longitud necessària per a aconseguir una temperatura de sortida del bescanviador geotèrmic s'ha calculat a l'apartat 2.1.8.4 per mitjà del programa GeoCiatesa V.1.0.0. El resultat obtingut és de 100 m de canonada (99 m de bescanviador i 1 m de col·lector).

Configuració

La configuració del bescanviador geotèrmic de la instal·lació del present projecte es pot observar a la Figura 1.87.

Emplaçament

El bescanviador geotèrmic s'emplaçarà a un metre de la bomba de calor al terreny lliure que es troba a la façana sud de la vivenda. Al metre restant es col·locarà la canonada que farà la funció de col·lector entre el bescanviador i la bomba de calor.

Fluid caloportador

Les dues substàncies més utilitzades per evitar que el fluid que circula pels col·lectors es congeli en cas que la temperatura exterior baixi dels 0°C són l'etilenglicol i el propilenglicol. Tenint en compte que el segon és pràcticament innocu per la salut humana, aquest serà el líquid emprat. Els càlculs referents a la mescla aigua-anticongelant s'han desenvolupat a l'apartat 2.1.8.2.3.5.1.

El volum de propilenglicol que s'haurà d'introduir a la instal·lació en el moment de l'ompliment serà d'11,4 L. L'ompliment es farà per la part baixa de la instal·lació mitjançant unes claus de pas especialment destinades a aquest fi.

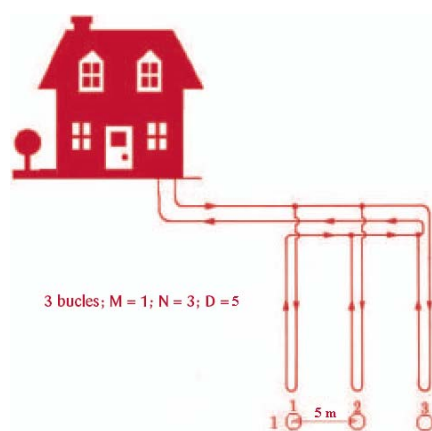


Figura 1.87 Configuració del bescanviador geotèrmic

1.8.2.1.2 Característiques de la bomba de circulació

La bomba de calor escollida, veure apartat 1.7.5.2.3 té incorporada una bomba de circulació per al circuit exterior (zona 1) amb les característiques que es mostren a la Taula 1.68.

Tal i com s'exposa a l'apartat 2.1.8.4, la bomba de circulació ha de vèncer unes pèrdues de càrrega màximes de 3,63 m.c.a i aportar un cabal de 3,04 m³/h.

Característica	Mesura
Nombre de velocitats	3
Potència	400 W
Cabal	2.550 l/h
Pressió disponible	8,4 m.c.a
Intensitat absorvida	2 A

Taula 1.68 Característiques bomba circulació zona 1

Observant les característiques de la bomba de circulació que incorpora la pròpia bomba de calor es conclou que és apta per al seu ús en la instal·lació objecte del projecte.

La pressió del circuit de la zona 1 es fixarà en 200 kPa relatius. La bomba es troba instal·lada a la canonada d'impulsió del fluid cap al bescanviador. Aquesta bomba, que



s'identificarà amb el codi BH-02, incorpora dues vàlvules de tall, una a l'entrada (VT-11) i l'altra a la sortida (VT-12), una vàlvula de seguretat (VS-03), un vas d'expansió (VX-01) de 12 L, un presostat diferencial (PD-01) i un desaigüe (DS-01)

1.8.2.1.3 Vas d'expansió de la zona 1

El circuit de la zona 1 comptarà amb un vas d'expansió per tal d'absorbir les variacions de volum experimentades pel fluid caloportador, degut als canvis de temperatura.

Segons els càlculs de l'apartat 2.1.7, el volum mínim del vas d'expansió és de 6,84 L litres, i el que incorpora la bomba de calor és de 12 L, per tant es conclueix que és apte per al seu ús en el circuit exterior de la instal·lació objecte del projecte. S'identificarà amb el codi VX-01.

El vas d'expansió es troba ubicat a l'aspiració de la bomba de circulació BH-02.

1.8.2.1.4 Valvuleria de la zona 1

La bomba de calor seleccionada ja porta incorporada tota la valvuleria necessària.

Vàlvula de seguretat

La vàlvula de seguretat VS-03 que incorpora la pròpia instal·lació de la bomba de calor per a aquest circuit exterior serà la utilitzada.



La pressió màxima s'establirà en 300 kPa (3 bar) relatiu, però es podrà regular entre 200 i 800 kPa. El fluid serà evacuat sense més conseqüències.

Vàlvula de tall

S'empraran les vàlvules de tall que van instal·lades a la bomba de calor, una a l'entrada de la bomba de circulació BH-02, una altra a la sortida, i una tercera que farà la funció de desaigüe. Se'ls hi assignaran respectivament els codis VT-11, VT-12 i VT-13. També s'instal·laran dues vàlvules de tall més per a l'ompliment del circuit de la barreja d'aigua (VT-09) i propilenglicol (VT-10).

1.8.2.1.5 Regulació i control de la zona 1

La regulació automàtica de la zona 1 serà duta a terme per la centralita de regulació amb el codi CR-02, marca CIATESA model μ Chiller². Estarà connectada als següents elements de mesura i control:

- Sonda de temperatura (zona 1).
- Sonda de temperatura exterior
- Bomba de circulació BH-01 (zona 1).

La centralita de regulació activarà la bomba de circulació BH-02 quan alguna de les bombes de circulació de la zona 2 (circuit interior) BH-03 i BH-04 es posin en funcionament. Un cop activada la bomba es controlarà tant la temperatura com la pressió del fluid. Si per algun motiu la temperatura del fluid varia en un rang de $\pm 2^\circ \text{C}$ dels 17°C en que s'ha de trobar el fluid, automàticament la centralita aturarà la bomba de circulació BH-02.



Sonda de temperatura

Serà de tipus PT1000, aquestes sondes es basen en el fet que a mesura que augmenta la temperatura, els metalls augmenten la seva resistència elèctrica. El nom PT1000 es deu a que estan fetes de platí i presenten una resistència de 1.000 ohms a 0°C. Serà de marca Resol i model FKP 5,5, muntada sobre una T de marca Resol model T28.

1.8.2.1.6 Altres elements de la zona 1

Manòmetres

S'instal·larà un manòmetre d'agulla que llegirà fins a 400 kPa relatiu per tal de poder comprovar el correcte funcionament de la instal·lació. El manòmetre MN-03 es situarà després de la bomba de circulació. S'instal·larà amb una T i una reducció de secció.

1.8.2.2 Descripció de la zona 2

La funció principal dels elements de la zona 2 és garantir el confort tèrmic dels ocupants de la vivenda, mitjançant la bomba de calor, els elements emissors, així com tota la valvuleria i elements de regulació i control.

El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la zona 2 es pot veure a la Taula 1.69.

L'aigua glicolada (amb un 30% de propilenglicol) que circularà pel circuit de la zona 2 serà impulsada per la bomba de circulació BH-03 cap a la planta baixa de la vivenda, la bomba de circulació BH-04 serà l'encarregada d'impulsar-la cap a la primera planta.



Per tal de poder mantenir unes condicions òptimes dins de la vivenda s'independitzarà cada element emissor mitjançant electrovàlvules (EV-03 a EV-06). A l'època hivernal el terra radiant serà l'encarregat d'escalfar l'ambient fins a la temperatura desitjada per l'usuari. Per a l'època estival en canvi, degut a les condensacions que es poden produir amb la utilització del terra refrescant, segons l'estat de l'aire (temperatura i tant per cent d'humitat) es farà ús del terra radiant i/o dels fan-coils, mantenint sempre les condicions interiors de la vivenda dins dels marges establerts a la ITE 02.2., regulat tot l'esmentat mitjançant una centraleta de regulació per planta (CR-03 i CR-04).

Element	Codificació	Element	Codificació
Bomba de calor	BC-01	Manòmetre	MN-04 i MN-05
Bomba circulació	BH-03 i BH-04	Purgador	PA-03 a PU-06
Centraleta regulació	CR-03 i CR-04	Sonda anticondensació	SA-01 i SA-02
Detentor	DT-16 a DT-25	Sonda temperatura	ST-04 a ST-06
Electro vàlvula 2 vies	EV-03 a EV-06	Terra radiant	TR-C1 a TR-C9
Electro vàlvula 3 vies	ET-01 i ET-02	Vàlvula antirretorn	VA-04 a VA-09
Fan-coil	FC-01 i FC-02	Vàlvula de tall	VT-14 a VT-26
Filtre	FT-03 i FT-04	Vas d'expansió	VX-02

Taula 1.69 Llistat elements zona 2

A cada planta hi haurà una sonda de temperatura ambient de tipus termostàtic (ST-04 i ST-05), una sonda de detecció de punt de rosada i d'humitat (SA-01 i SA-02). Les tres estan connectades a la centraleta de regulació de cada planta, que enviarà ordres a les electrovàlvules.

A les canonades de retorn del terra radiant de cada planta s'instal·larà una vàlvula de tres vies motoritzada (ET-01 i ET-02) amb la finalitat de reutilitzar (si la temperatura de retorn és prou alta en el mode calefacció, i si és prou baixa en el mode refrigeració) l'aigua glicolada als circuits de terra radiant. Una sonda de temperatura (ST-07 i ST-08) col·locada just abans de l'electrovàlvula indicarà l'obertura/tancament de la mateixa vàlvula de tres vies motoritzada.



1.8.2.2.1 Característiques de la bomba de calor

La bomba de calor és l'encarregada d'augmentar o disminuir la temperatura del fluid frigorigen que circula pel seu circuit intern per tal de fer el bescanvi de calor a cada bescanviador i poder distribuir posteriorment el fluid pel circuit interior de la vivenda.

Marca i model de la bomba de calor

Un cop estudiades les necessitats tèrmiques de la vivenda objecte del projecte (veure apartat 2.1.1 i les condicions del subsòl de la parcel·la on s'ubica la vivenda es pot seleccionar la bomba de calor geotèrmica necessària.

La bomba de calor geotèrmica escollida és una bomba de calor aigua-aigua reversible de la marca Ciatesa, concretament el model IZEH-70 ÀUREA MÓDULO.

Característiques tècniques

Les característiques tècniques de la bomba de calor seleccionada es troben a la Figura 1.88.

Emplaçament

La majoria de bombes de calor del mercat estan dissenyades per a la seva instal·lació en magatzems o locals tècnics. Degut a que la vivenda objecte del projecte no disposa d'aquests tipus de locals per a la seva instal·lació, s'ha seleccionat la bomba de calor de la marca Ciatesa, ja que el seus nivells sonors permeten el seu emplaçament dins de la vivenda.

S'ha decidit situar la bomba de calor al safareig. Per a més detalls sobre la seva situació, consultar el plànol 25.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



IZEH àrea m3dulo			40	50	60	70	80	90	120
Potencias Refrigeraci3n	Potencia frigorifica (1)	kW	7,3	9,2	10,9	13,4	15,8	16,5	22,9
	Potencia absorbida compresor	kW	2,9	3,0	3,7	4,2	5,0	5,5	7,3
	Rendimiento EER		2,5	3,1	2,9	3,2	3,2	3,0	3,1
	Potencia recuperaci3n (3)	kW	1,3	1,7	2,0	2,4	2,8	3,2	4,2
Potencias Calefacci3n	Potencia calorifica (2)	kW	7,5	9,4	11,4	13,7	15,7	17,4	23,3
	Potencia absorbida compresor	kW	2,9	3,5	4,2	4,9	5,5	6,3	8,6
	Rendimiento COP		2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,8	2,7
Intercambiador interior	N3mero / circuitos		1 / 1						
	Tipo		Placas soldadas						
Circuito hidr3ulico interior	Contenido en agua	l	1,1		1,5		1,7	2,5	
	Contenido del vaso de expansi3n	l	7		12		15		
	Presi3n de llenado del vaso	bar	1,5						
	Capacidad m3xima de agua de la instalaci3n agua pura / agua glicolada 30%	l	200 / 125		375 / 215			470 / 270	
	Capacidad m3nima de agua de la instalaci3n	l	70	85	95	100	130	145	200
	Bomba circulaci3n - n3mero de velocidades		3						
	Bomba circulaci3n - Potencia	W	400						
	Caudal	l/h	1240	1750	2080	2550	2640	3090	4250
	Presi3n disponible (velocidad m3xima)	m.c.a.	10,2	9,3	8,5	8,4	8,2	7,9	7,2
Intercambiador exterior	N3mero / circuitos		1 / 1						
	Tipo		Placas soldadas						
Circuito hidr3ulico exterior	Contenido en agua	l	1,1		1,5		1,7	2,5	
	Contenido del vaso de expansi3n	l	7		12		15		
	Presi3n de llenado del vaso	bar	1,5						
	Capacidad m3xima de agua de la instalaci3n agua pura / agua glicolada 30%	l	200 / 125		375 / 215			470 / 270	
	Bomba circulaci3n - n3mero de velocidades		3						
	Bomba circulaci3n - Potencia	W	400						
	Caudal	l/h	1240	1750	2080	2550	2640	3090	4250
	Presi3n disponible (velocidad m3xima)	m.c.a.	10,2	9,3	8,5	8,4	8,2	7,9	7,2
	Intercambiador recuperaci3n (A.C.S)	N3mero / circuitos		1 / 1					
Tipo			Placas soldadas						
Circuito recuperaci3n (A.C.S)	Contenido en agua	l	0,24			0,36			
	Bomba circulaci3n - n3mero de velocidades		3						
	Bomba circulaci3n - Potencia	W	60						
	Caudal	l/h	95	140	175	190	240	270	350
Compresor	Presi3n disponible (velocidad m3xima)	m.c.a.	3,87	3,81	3,76	3,74	3,70	3,66	3,55
	N3mero		1						
Refrigerante	Tipo		Herm3tico SCROLL						
	Regulaci3n de potencia	%	0 - 100						
	Velocidad de rotaci3n	r.p.m.	2900						
Intensidad max. absorbida	Tipo		R-407c						
	Carga de gas	kg	0,85	0,9	1,0	1,2	1,2	1,7	1,7
Dimensiones	230 V / I ph / 50 Hz	A	-						
	400 V / III ph / 50 Hz	A	13,9	15,9	18,9	18,9	21,7	24,1	36,1
	Largo	mm	850	850	850	850	850	1.170	1.170
	Ancho	mm	534	534	534	534	534	534	534
Peso	Alto	mm	1.377	1.377	1.377	1.377	1.377	1.598	1.598
	En vac3o	kg	192	199	210	216	217	287	306

Figura 1.88 Característiques tècniques de la bomba de calor

1.8.2.2.2 Elements constructius del terra radiant

El terra radiant estarà constituït per les següents capes, en ordre ascendent per sobre del forjat de cada pis:

- Film antihumitat
- Banda perimetral



- Panell aïllant
- Circuit de tubs emissors
- Morter amb additiu i banda perimetral
- Paviment emissor

Film antihumitat

La seva funció és actuar com a barrera d'antihumitat entre el sòl base i els panell aïllants situats sota les canonades. Consisteix en una capa de 0,2 mm de polietilè. Se n'instal·laran 136,5 m², de la marca Saunier Duval.

Per tal d'unir-lo al forjat, s'emprarà pegament de marca Saunier Duval, amb una proporció de 1.000 g cada 200 m² de film, és a dir, s'utilitzaran $136,5 \times (1.000 / 200) = 682,5$ g de pegament.

Banda perimetral

Es tracta d'una banda de material aïllant (escuma de polietilè o similar) la missió principal de la qual és absorbir les dilatacions que es produeixen al morter de ciment situat sobre els tubs emissor, degut a l'escalfament i refredament dels mateixos. També produirà un efecte aïllant, evitant els ponts tèrmics i acústics.

S'ha d'assegurar que el forjat i la tabiqueria del local no estiguin, en cap punt, units amb el terra radiant. És a dir, la llosa radiant haurà de quedar completament aïllada de l'estructura del local (forjat i murs). La llosa ha de poder dilatar i contraure's lliurement amb les variacions de temperatura, sense que es produeixin presions o forces de la llosa contra els murs i tabiqueria del local.



Si existeixen pilars dins del local, aquests haurien de ser igualment forrats amb la banda perimetral.

És una banda d'aïllament perifèric a base de polietilè, de 8 mm d'espessor i 130 mm d'alçada de la marca Orkli.

Panell aïllant

Té la funció de reduir les pèrdues de calor al forjat inferior dels locals, disminuint les aportacions tèrmiques necessàries a la instal·lació i el consum energètic de la mateixa.

És habitual la utilització de panells moldejats, que tenen la missió de subjectar i guiar les canonades emissores, facilitant el traçat dels circuits amb la separació entre tubs projectada.

El panell aïllant ha d'instal·lar-se obligatòriament quan la conductivitat tèrmica del forjat és superior a $1,25 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Degut a que en el present projecte s'obté una conductivitat de $2,07 \text{ W/m}^2\text{°C}$ s'ha d'instal·lar.

El material més utilitzat és el poliestirè expandit, un material ideal per a cobrir les necessitats de panell aïllant. Es fabriquen en planxes quadrades o rectangulars (depenent del fabricant). La seva instal·lació és senzilla i ràpida, doncs per a la seva instal·lació tan sols es precisa una tisores o un ganivet.

Aquest material ha de suportar en tot moment les trepitjades i altres càrregues, sense patir deformació. Ha d'instal·lar-se aquell amb densitat nominal compresa entre 20 i 30 kg/m^3 , el que implica una resistència màxima a compressió d'entre 10 i 20 tones/ m^2 , respectivament.



Es fabrica en espessor que varia fins a 4 cm. Les dimensions dels panells són variables, oscil·lant entre 0,90x0,60 i 2x1, expresades en metres, tot i que dependrà del fabricant.

Altres característiques del material són la classificació al foc M1, segons UNE 23.727, i la resistència tèrmica compresa entre 0,6 i 0,9 m²K/W, segons espessor.

S'instal·larà panell aïllant autoportant de tetons de la marca Orkli de dimensions 1050mm x 900mm x 30mm per tota la superfície útil de la vivenda, 120,4 m².

Circuit de tubs emissors

Els circuits emissors són els encarregats de cedir la calor/fred al paviment emissor. Es componen de canonades que es situen sobre el material aïllant.

La disposició de canonades emissores ha de realitzar-se seguint línies paral·leles, mantenint entre tubs les distàncies exposades a l'apartat 2.1.3.2.3 per a obtenir l'emissió tèrmica necessària.

El material emprat per als tubs emissors és polietilè reticulat amb capa de barrera antidifusió d'oxigen (PE-Xa) de la marca Barbi, fabricat segons la norma UNE-EN ISO 15875-1 i UNE-EN ISO 15875-2.

La barrera antidifusió d'oxigen redueix dràsticament l'aport d'oxigen al circuit hidràulic, minimitzant el problema i permetent una vida útil molt superior.

Aquesta barrera consisteix en una fina pel·lícula d'etilvinil-alcohol, aplicat a la canonada base en el seu procés de fabricació.



Els diàmetres comercials de fabricació de tubs de polietilè per aplicació a tubs emissors de terra radiant oscil·len entre 16 mm i 20 mm. Per al present projecte s'ha optat per tubs de 20 mm de diàmetre. Seràn necessaris 669 m de tub tal i com es pot observar a l'apartat 2.1.3.2.3.

Morter amb additiu

La funció de la capa de morter és transmetre l'escalfor o la fredor que arriba des dels tubs, a més d'emmagatzemar energia en forma de calor sensible. El gruix d'aquesta capa serà de 35 mm des de la generatriu del tub, és a dir, $35 + (20 / 2) = 45$ mm des de la base de la planxa suport. El volum total de morter, aproximat a l'alça, serà el producte d'aquest gruix per la superfície total de les dependències condicionades, és a dir, $136,5 \text{ m}^2 \times 0,045 \text{ m} = 6,1425 \text{ m}^3$ de morter (6.142,5 L).

Per tal de poder-se repartir bé entre els espais dels tubs i els suports, el morter en el moment d'amassar-lo s'ha de barrejar amb un líquid fluidificant, que també evitarà que s'hi formin bombolles d'aire. S'emprarà additiu Orkli, amb una dosificació de 3 kg per m^3 de morter, és a dir $6,1425 \times 3 = 18,43$ kg d'additiu en total. A més, l'àrid ha de ser d'una grandària màxima de 5 mm. Segons el fabricant de ciments Uniland, cada part (en volum) de ciment cal barrejar-la amb tres part d'arena i mitja part d'aigua per tal d'obtenir morter.

La dosificació de la mescla per cada m^3 instal·lat serà la que es mostra a la Taula 1.70, tenint en compte que la densitat de l'arena és de 1.500 kg/m^3 , la del ciment de 2.000 kg/m^3 , la de l'additiu 1.150 kg/m^3 i la de l'aigua de 1.000 kg/m^3 .

Nota: cal tenir en compte que l'aigua s'evapora en el procés de curat del morter, de manera que la suma de totes les dosis no donarà 1 m^3 , sinó una mica més.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Component	Dosi (m ³ /m ³ morter)	Total m ³ per a 6,1425 m ³	Total kg per a 5,828 m ³
Arena 0-5	0,75	4,59	6891,8
Ciment	0,25	1,53	3059
Additiu	0,003	0,02	21,16
Aigua	0,13	0,77	767,8

Taula 1.70 Dosificació per aconseguir el morter del terra radiant

El ciment serà tipus Portland CEM II/B-L 32,5R. La consistència del con d'Abrams de la pasta fresca de morter ha de ser de 5-7 cm. Les rajoles seran de gres esmaltat, amb unes dimensions de 44 x 63 cm i un gruix de 5 mm, amb una superfície total de 136,5 m².

1.8.2.2.2.1 Terra radiant en el mode calefacció

Tots els circuits de terra radiant seran de tipus espiral, ja que permeten salts tèrmics grans entre l'anada i el retorn d'aigua sense ocasionar diferències apreciables de temperatura entre zones de la mateixa habitació. Entre les parets i envans i els tubs de terra radiant es mantindrà, en general, una distància mínima de 10 cm.

El traçat dels circuits es pot veure al plànols 12, 13. A la Taula 1.71 es poden veure els resultats dels càlculs del dimensionament del terra radiant en mode calefacció per a la planta baixa, i a la Taula 1.72 per a la primera planta, desenvolupats a l'apartat 2.1.3.2.

1.8.2.2.2.2 Terra radiant en el mode refrescament

Segons diferents estudis adquirits de diferents fonts s'ha arribat a la conclusió que la potència de refrigeració màxima que pot aportar aquest sistema a la vivenda objecte del projecte és de 32 W/m². Seguint aquesta restricció s'han obtingut els càlculs que es mostren de forma resumida a la Taula 1.73 i a la Taula 1.74.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Habitació	Cuina	Menjador	Safareig	Bany 1	Hab. Matrimoni	Bany 2	Rebedor	Escala
S (m ²)	11,17	27,9	6,32	5,43	15,47	2,43	4,73	5,40
Q (W)	900	2419	602	378	1147	201	476	472
Codi Circuit	TR-C5	TR-C1 i TR-C2	TR-C5	TR-C4	TR-C4	TR-C3	TR-C2	-
S _{útil}	7,66	27,9	6,32	3,19	12,83	1,73	4,73	5,40
T _{st} (°C)	29	26,5	27,5	29,5	27	29,5	28	26,5
T _{an} (°C)	50	50	50	50	50	50	50	50
ΔT _t (°C)	15	12	14	15	12	15	14,5	15
T _{rt} (°C)	35	38	3	35	8	35	35,5	38
d _t (cm)	16	24	24	16	24	16	24	24
L (m)	62	160	37	26	74	14	27	31
Cabal (L/h)	186,9	248,54	186,98	200,25	200,25	23,79	136,12	-

Taula 1.71 Paràmetres del terra radiant en mode calefacció de la planta baixa

Habitació	Hab. Doble 1	Hab. Doble 2	Hab. Doble 3	Passadís	Vestidor	Bany 3
S (m ²)	16,29	16,18	10,35	4,19	2,28	8,35
Q (W)	893	892	667	277	185	513
Codi Circuit	TR-C6	TR-C7	TR-C8	TR-C8	TR-C9	TR-C9
S _{útil}	14,78	14,46	9,39	4,19	2,28	5,49
T _{st} (°C)	24,5	24,5	25	24,5	26	27
T _{an} (°C)	50	50	50	50	50	50
ΔT _t (°C)	8	8	8,5	9	10	11
T _{rt} (°C)	42	42	42,5	41	40	39
d _t (cm)	32	32	32	32	32	24
L (m)	67	66	43	19	11	32
Cabal (L/h)	147,8	144,6	135,8	135,8	92,26	92,26

Taula 1.72 Paràmetres del terra radiant en mode calefacció de la primera planta



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Habitació	Cuina	Menjador	Safareig	Bany 1	Hab.Matrimoni	Bany 2	Rebedor	Escala
S (m ²)	11,17	27,9	6,32	5,43	15,47	2,43	4,73	5,40
Q (W)	245,12	892,8	202,24	102,08	410,56	55,6	151,36	172,8
Codi Circuit	TR-C5	TR-C1 i TR-C2	TR-C5	TR-C4	TR-C4	TR-C3	TR-C2	-
Sútil	7,66	27,9	6,32	3,19	12,83	1,73	4,73	5,40
T _{st mín} (°C)	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
T _{an} (°C)	7	7	7	7	7	7	7	7
ΔT _t (°C)	5	5	5	5	5	5	5	5
T _{rt} (°C)	12	12	12	12	12	12	12	12
d _t (cm)	16	24	24	16	24	16	24	24
L (m)	62	160	37	26	74	14	27	31
Cabal (L/h)	186,98	248,54	186,98	200,25	200,25	23,79	136,12	-

Taula 1.73 Resum resultats obtinguts per al terra refrescant a la planta baixa

Habitació	Hab.Doble 1	Hab.Doble 2	Hab.Doble 3	Passadís	Vestidor	Bany 3
S (m ²)	16,29	16,18	10,35	4,19	2,28	8,35
Q (W)	472,96	462,72	300,48	134,08	72,96	175,68
Codi Circuit	TR-C6	TR-C7	TR-C8	TR-C8	TR-C9	TR-C9
Sútil	14,78	14,46	9,39	4,19	2,28	5,49
T _{st} (°C)	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
T _{an} (°C)	7	7	7	7	7	7
ΔT _t (°C)	5	5	5	5	5	5
T _{rt} (°C)	12	12	12	12	12	12
d _t (cm)	32	32	32	32	32	24
L (m)	67	66	43	19	11	32
Cabal (L/h)	147,8	144,6	135,8	135,8	92,26	92,26

Taula 1.74 Resum resultats obtinguts per al terra refrescant a la primera planta



1.8.2.2.3 Característiques dels fan-coils

La funció de cadascun dels fan-coils serà proporcionar la potència frigorífica necessària per tal de compensar el fet que el terra radiant en el seu mode de refrescament no pot aportar la totalitat de la demanda frigorífica a la vivenda objecte del projecte.

Els fan-coils d'aigua són un tipus particular de bescanviadors d'escalfor. Per un serpenti de coure hi circula l'aigua freda i, mitjançant un ventilador, l'aire del local es refreda.

S'ha decidit instal·lar el fan-coil de la planta baixa al bany 1 (ja que és una zona on es permet la instal·lació de fals sostre obtenint finalment una alçada del local de 2 m), i des d'aquí repartir l'aire fred per mitjà de conductes fins als diferents punts de consum. Aquest fan-coil ha de tenir una potència de refrigeració mínima de 4.731,68 W.

El fan-coil de la primera planta s'instal·larà al bany 3, des d'on per mitjà de conductes es distribuirà fins a tots els punts de consum. Aquest fan-coil ha de tenir una potència frigorífica mínima de 2.795,12 W

En els dos banys on s'ha decidit instal·lar els fancoils s'aprofitarà el fals sostre com a plenum de retorn. D'aquesta manera s'aconseguirà anar filtrant a poc a poc l'aire de la vivenda. Els fan-coils escollits porten instal·lats a la part posterior tots els materials necessaris per a filtrar aquest aire. Conseqüentment s'instal·laràn dos difusors de retorn al fals sostre de cada bany.

Les característiques dels fan-coils es poden veure a la Taula 1.75. Seràn de la marca comercial Ciatesa, concretament el model MT-KCN 20.



1.8.2.2.4 Dimensions dels conductes

Als plànols 14 i 15 es poden observar la distribució en planta dels conductes de la planta baixa i de la primera planta respectivament.

Característica	Mesura
Potència frigorífica (kW)	5,8
Cabal d'aire m ³ /h	850
Pressió disponible (m.m.c.a)	4
Potència ventilador (kW)	0,06
Cabal bateria de bescanvi tèrmic (L/h)	900
Pèrdua de càrrega (m.c.a)	1,1
Connexions hidràuliques	½"

Taula 1.75 Característiques principals dels fan-coils CIATESA KCN-20

A l'apartat 2.1.6.2 es mostren i justifiquen els resultats obtinguts per a les dimensions de cada tram dels conductes.

1.8.2.2.5 Dimensions de les reixetes i difusors

A la Taula 1.76 es mostren les dimensions de les reixetes i difusors utilitzats en la instal·lació, així com el local on estan ubicats.

1.8.2.2.6 Distribuïdors i valvuleria de la zona 2

S'instal·larà un col·lector per planta per al terra radiant, des d'on es podrà regular el cabal necessari per a cada circuit. Aquests distribuïdors porten incorporats els detentors de cada circuit (DT-16 a DT-25) amb un visor de cabal, que servirà de referència per regular el cabal dels circuits segons els càlculs. També inclouen dos purgadors manuals als extrems lliures (PA-03 a PA-06). El buidat dels circuits de terra radiant es podrà fer llevant els taps que hi ha en aquests extrems.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Local	Reixeta	Difusor
Hab. Matrimoni	200 x 100	
Safareig	200 x 100	
Cuina		225 x 225
Menjador	200 x 250 i 200 x 200	
Rebedor	200 x 100	
Hab. Doble 1	200 x 150	
Vestidor	200 x 100	
Passadís		300 x 300
Hab. Doble 2	200 x 150	
Hab. Doble 3	200 x 150	

Taula 1.76 Dimensions de les reixetes i dels difusors de la instal·lació

Els distribuïdors s'instal·laran en armaris especialment destinats a aquest fi. Aquests armaris tenen una obertura a la part inferior per on entren els tubs d'anada i retorn de cada circuit. S'instal·len abans d'abocar el morter, dins dels envans, precisament per tal que els tubs s'hi puguin introduir. S'encastaran dos armaris de la marca Orkli (un a la planta baixa i un a la primera planta). Les característiques i dimensions es poden observar als fulls d'especificació de l'apartat 4.3.

Els armaris s'ubicaran en llocs estratègics de cada planta, per tal de poder regular de manera eficaç els circuits de terra radiant (veure plànols 12 i 13).

Electrovàlvules de dues vies

Com ja s'ha comentat anteriorment s'instal·larà una electrovàlvula de dos vies en la canonada d'anada de cada element emissor. Aquestes electrovàlvules seràn de la marca Orkli i d'1 ½" (per als circuits de terra radiant, EV-03 i EV-05) i 1" (per als fan-coils, EV-04 i EV-06)



Vàlvules antiretorn

La funció d'aquestes vàlvules es la d'assegurar el sentit del fluid. S'instal·laràn sis vàlvules antirretorn, tres a cada planta, totes elles d'1 ½".

Detentors

Tot i que els col·lectors ja incorporaran els detentors dels circuits de terra radiant, caldrà instal·lar detentors a les derivacions dels fan-coils (DT-21 i DT-26) per tal de poder fer un equilibrat hidràulic integral. Seran de marca Orkli, amb indicador de cabal.

Electrovàlvula de tres vies

S'instal·laràn dues electrovàlvules de tres vies (ET-01 i ET-02), una per a cada planta. Es trobaràn situades a la canonada de retorn del circuit de terra radiant, per tal d'enviar i aprofitar l'aigua gicolada cap a la canonada d'impulsió en cas que la temperatura d'aquesta es trobi dins d'uns certs intervals (45°C-49°C a l'hivern i 8°C-11°C a l'estiu). Cada electrovàlvula anirà regida per un termòmetre instal·lat just abans d'aquesta electrovàlvula (ST-07 i ST-08).

1.8.2.2.7 Característiques de les canonades de distribució

Les canonades seràn de coure, de tipus M. El diàmetre de les canonades serà d'1 ½" en la canonada principal, que anirà des de la bomba de calor fins als circuits de terra radiant. La resta de canonades serà d'1". La longitud total de la canonada d'1 ½" serà de 49,28 m i 7,22 m de canonada d'1".



Les canonades s'instal·laran amb un pendent mínim de l'1% per facilitar el buidat de la instal·lació. Es subjectaran a les parets mitjançant una abraçadora per cada metre lineal de canonada, quan aquestes no vagin encastades a la paret. En tal cas, aniran protegides amb tub rugós de PVC o similar.

L'aïllament de les canonades ha estat calculat a l'apartat 2.1.5 d'acord amb l'apèndix 3.01 del RITE. S'aïllaran aquells trams de canonada que passin per l'interior de dependències no condicionades, així com aquells que es trobin a una temperatura inferior a la de l'ambient. Les característiques dels trams es poden veure a la Taula 1.77

L'aïllament serà de la marca Isocell. Per a unir les coquil·les d'aïllant s'emprarà cinta adhesiva de la marca Isocell.

Local	L (m)	Diàmetre nominal canonada	Espessor instal·lat (mm)	Coquil·les (diàmetre x espessor)
Interior	7,22	1"	19	28x19
Interior	49,28	1-1/2"	32	42 x 19 + 89 x 13

Taula 1.77 Característiques dels aïllaments de les canonades de la zona 2

1.8.2.2.8 Característiques de les bombes de circulació de la zona 2

Requeriments

Segons els càlculs de l'apartat 2.1.4.3 la bomba de circulació de la planta baixa (BH-03) ha de vèncer unes pèrdues de càrrega de 4.400,41 mmca i proporcionar un cabal de 0,14 L/s, i la bomba de circulació de la primera planta (BH-04) ha de vèncer unes pèrdues de càrrega de 2.508,84 mmca i proporcionar un cabal de 0,16 L/s.



Bombes de circulació escollides

Les bombes instal·lades seran per ambdúes plantes idèntiques, centrífugues de rotor humit, i del mateix model.

S'han seleccionat mitjançant el programa de càlcul del fabricant de bombes Wilo, Wilo-Select. Els models de bombes obtinguts han estat Wilo-Stratos ECO-ST 25/1-5. A la Taula 1.78 es mostren les seves característiques principals.

Els punts de funcionament de cada bomba segons les seves corbes característiques seran:

- Per a la planta baixa: 0,51 m³/h i 4,4 m.c.a
- Per a la primera planta: 0,59 m³/h i 4,8 m.c.a

La pressió del circuit de la zona 2 es fixarà a 200 kPa relatius.

Les bombes s'instal·laran a la sortida de la bomba de calor, a la canonada d'impulsió.

Característica	Mesura
Potència màxima absorbida	63 W
Altura màxima	5.000 mmca
Cabal màxim	2,5 m ³ /h
Pressió màxima de treball	1.000 kPa
Nombre de velocitats	3
Alimentació elèctrica	monofàsic a 230 V
Connexions hidràuliques	1 ½ "

Taula 1.78 Característiques principals de la bomba Wilo-Stratos ECO-ST 25/1-5



Les bombes disposaran de dues vàlvules de bola cadascuna, una a l'entrada (VT-20 i VT-25) i una a la sortida (VT-21 i VT-26). S'instal·larà també un filtre de partícules sòlides a cada aspiració (FT-03 i FT-04). Un manòmetre (MN-04 i MN-05) llegirà la pressió a la sortida de la bomba. Finalment, una vàlvula de retenció (VA-04 i VA-07) marca Europa assegurarà el sentit del flux a la sortida de la bomba.

1.8.2.2.9 Vas d'expansió de la zona 2

El circuit de la zona 2 comptarà amb un vas d'expansió per tal d'absorbir les variacions de volum experimentades pel fluid caloportador, degut als canvis de temperatura.

Segons els càlculs de l'apartat 2.1.11, el volum mínim del vas d'expansió és de 11,07 L i el que incorpora la bomba de calor és de 12 L, per tant es conclueix que és apte per al seu ús en el circuit exterior de la instal·lació objecte del projecte. S'identificarà amb el codi VX-02.

El vas d'expansió es troba ubicat a l'aspiració de les bombes de circulació BH-03 i BH-04.

1.8.2.2.10 Regulació i control de la zona 2

Una primera centralita de regulació (CR-02) serà l'encarregada de conmutar la funció de la bomba de calor estiu/hivern, així com regular la temperatura de sortida de la bomba de calor, evitant la possible congelació del fluid del bescanviador geotèrmic. Aquesta CR-02 serà l'encarregada d'enviar una ordre a les CR-03 i CR-04 per a que aquestes tanquin les electrovàlvules de dos vies situades a l'entrada dels fan-coils (EV-



04 i EV-06) a l'hivern per tal de sotmetre a funcionament tan sols al terra radiant en mode calefacció.

S'instal·laràn dues centraletes de regulació amb programador (CR-03 i CR-04) dins de la vivenda, concretament una a cada planta, en un lloc on hi hagi fàcil accés per a poder manipular-les.

Cadascuna controlarà dues electrovàlvules de dos vies (EV-03 a EV-06), una electrovàlvula de tres vies (ET-01 i ET-02) i dues bombes de circulació (BH-03 i BH-04) mitjançant una sonda de temperatura ambient termostàtica (ST-04 i ST-05) i una sonda anticondensació (SA-01 i SA-02).

El principi general de funcionament de la centraleta de regulació a l'estiu per a la planta baixa és el següent:

Quan el termòstat detecta una temperatura ambient superior a la marcada per l'usuari, la centraleta comprova si la sonda anti-condensació mesura unes condicions ambientals properes al punt de rosada. Si es dona aquesta situació, la centraleta obre la vàlvula del fan-coil, tanca la dels circuits de terra radiant i engega la bomba de circulació de la planta baixa i la de la bomba de calor. Si no hi ha risc de condensacions, obre les dues vàlvules i engega les dues bombes de circulació. Si la temperatura ambient és adequada, es tanquen les electrovàlvules i s'apaguen les bombes de circulació. Aquest bucle es repeteix cada 10 minuts.

En el cas que al retorn es trobin temperatures entre un interval de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ de la temperatura d'impulsió desitjada es reaprofitarà l'aigua glicolada per a la impulsió. Aquest procés estarà regit per una sonda de temperatura situada al retorn, just abans de l'electrovàlvula de tres vies, la qual enviarà una senyal elèctrica a la centraleta de



regulació per a que aquesta envii la senyal a l'electrovàlvula de tres vies per a que deixi circular l'aigua glicolada cap a la impulsió.

S'ha exposat el principi de funcionament per a la planta baixa, però és exactament aplicable per a la primera planta.

Per a l'hivern el principi general de funcionament de la centralita de regulació és el següent:

La sonda de temperatura exterior envia la senyal a la centralita que incorpora la bomba de calor per a fer el canvi d'estiu a hivern.

En el moment en que algun dels termòstats detecta una temperatura ambient inferior a la marcada per l'usuari, la centralita engega la bomba de circulació de la seva planta i la incorporada a la bomba de calor. Degut a que tan sols es desitja utilitzar el terra radiant com a element emisor de calor, l'electrovàlvula dels fan-coils es trobarà en aquesta època de l'any sempre tancada.

De la mateixa manera que tenia lloc a l'estiu, si la temperatura de l'aigua glicolada del retorn es troba dins d'un interval de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ de la temperatura de sortida de la bomba de calor, es reaprofitarà aquesta aigua glicolada per a escalfar l'ambient.

A continuació s'exposa el funcionament de cada un dels elements que controla cada centralita de regulació.



Sonda temperatura ambient

És l'encarregada d'obtenir la temperatura ambient de l'interior de la vivenda, a partir de la qual la centralita de regulació decideix si s'ha de posar en marxa la instal·lació o no.

Sonda anticondensació

Mitjançant aquesta sonda s'obté la temperatura de la superfície del terra de la vivenda i d'aquesta manera la centralita de regulació pot decidir obrir cap, una o les dues electrovàlvules de dos vies que regeix.

Si la temperatura de la superfície del terra es troba a prop de la temperatura de rosada, tan sols es posa en funcionament el fan-coil, en cas contrari es posaran en funcionament els dos elements emissors (terra radiant i fan-coil).

S'ubicaran arran de terra, a les habitacions en les que el terra estigui més fred a l'estiu, ja que seran més susceptibles de patir condensacions superficials.

S'encarrega també d'obtenir la humitat de l'ambient a l'interior de la vivenda i envia aquesta informació a la centralita de regulació. En cas que la humitat estigui a punt de superar el 60% la centralita tanca l'electrovàlvula que regeix el terra radiant i obre la del fan-coil. De la mateixa manera si la humitat es troba al voltant del 40% la centralita tanca l'electrovàlvula del fan-coil i obre la del terra radiant sempre que no hi hagi perill de condensació.

1.8.2.2.11 Altres elements de la zona 2

Vàlvula de seguretat



La vàlvula de seguretat VS-04 que incorpora la pròpia instal·lació de la bomba de calor per a aquest circuit interior serà la utilitzada.

La pressió màxima s'establirà en 300 kPa (3 bar) relatiu, però es podrà regular entre 200 i 800 kPa. El fluid serà evacuat sense més conseqüències.

Filtre

S'instal·laran dos filtres de partícules sòlides a l'aspiració (FT-03 i FT-04).

Manòmetre

Dos manòmetres (MN-04 i MN-05) llegiran la pressió a la sortida de la bomba

1.8.2.3 Descripció de la zona 3

Els elements de la zona 4 tenen com a missió obtenir l'aigua freda de la xarxa, escalfar-la dins d'un tanc i emmagatzemar-la per al seu posterior ús com ACS.

El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la zona 3 es pot veure a la Taula 1.79

1.8.2.3.1 Dipòsit acumulador d'ACS

La seva funció és emmagatzemar aigua calenta per al consum d'ACS. Tindrà una entrada d'aigua freda de la xarxa i una sortida d'aigua calenta per al consum. Disposarà d'un serpentí bescanviador per on hi circularà el fluid caloportador provinent de la



bomba de calor, quan aquesta pugui proporcionar energia tèrmica. Per tal de garantir l'escalfament de l'aigua del dipòsit en cas que la bomba de calor no puguin fer-ho, el dipòsit comptarà amb una resistència elèctrica en el seu interior.

Codi	Element
DA-01	Dipòsit acumulador d'ACS
FT-05	Filtre de l'aigua de xarxa
VT-27 a VT-33	Vàlvules de tall
VA-10 a VA-13	Vàlvules antiretorn
ST-10	Sonda de temperatura d'immersió del tanc d'ACS
ST-09	Sonda de temperatura circuit d'ACS
VR-02	Vàlvula reductora de pressió
VS-05 i VS-06	Vàlvula de seguretat
EV-07 i EV-08	Electrovàlvula de 2 vies motoritzada

Taula 1.79 Llistat d'elements de la zona 3

L'acumulador d'ACS contindrà aigua a 65°C, per tal de complir amb les especificacions de l'informe UNE 100030 “Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones”. Posteriorment, ja fora de l'abast d'aquest projecte, l'ACS es distribuirà per al consum a 50°C, essent necessari barrejar l'aigua de sortida de l'acumulador amb l'aigua freda de la xarxa.

El volum d'acumulació serà de 150 L, complint amb la ITE 10.1 del RITE, que especifica que , amb les dades del present projecte, aquest volum ha d'estar entre 128 i 160 L.

El dipòsit acumulador d'ACS serà de marca Saunier Duval, model BDS 1150 ME, amb les característiques que es mostren a la Taula 1.80.



S'ubicarà al safareig de la vivenda. Per a més detalls sobre la seva situació, consultar el plànol 25

Sonda de temperatura

La sonda ST-10 del dipòsit d'ACS serà de tipus PT1000 i anirà envainada per a poder llegir la temperatura de l'interior del tanc. Serà de la marca comercial Resol, model FKP150.

Disposició	Mural
Volum d'acumulació	150 L
Superfície de bescanvi del serpentí	0,81 m ²
Potència tèrmica del serpentí	30 kW
Potència elèctrica de la resistència	2,4 kW
Material del dipòsit	Acer vitrificat
Protecció contra la corrosió	Ànode de magnesi
Material aïllant	Poliuretà d'alta densitat
Espessor d'aïllament	50 mm

Taula 1.80 Característiques del dipòsit d'ACS Saunier Duval BDS 1150 ME.

Connexions del serpentí

D'acord amb el que exigeix el RITE, els dipòsits acumuladors d'ACS comptaran amb una vàlvula de tall i una vàlvula antiretorn a l'entrada i a la sortida del serpentí bescanviador. Les vàlvules de tall seran de bola, marca Vir, amb els codis VT-28 i VT-32. les vàlvules antiretorn seran de marca Europa, amb els codis VA-10 i VA-11.



1.8.2.3.2 Altres elements de la zona 3

Els elements que es descriuen a continuació han estat projectats per tal de complir amb l'apartat 2.3 de la norma NIA, i es presenten en l'ordre del sentit del flux de l'aigua freda de xarxa.

Vàlvula reductora de pressió

S'instal·larà una vàlvula reductora a l'entrada de l'aigua freda de marca Rinox, de 1-1/4". Se li assignarà el codi d'identificació VR-02.

Filtre

S'instal·larà a continuació de la vàlvula reductora. El seu codi serà FT-05.

Vàlvules antiretorn

Se n'ubicarà una després del filtre FT-05 i una a la sortida de l'aigua calenta. Seran de marca York i tindran els codis VA-08 i VA-09, respectivament.

Vàlvula de seguretat

Serà de marca comercial Salvador Escoda fabricada en llautó, i se li assignarà el codi VS-05. També s'instal·larà una a la canonada d'impulsió del circuit de bescanvi dels serpentins, i se li assignarà el codi VS-06.

La pressió màxima s'establirà en 300 kPa relatius, però es podrà regular entre 200 i 800 kPa.



Vàlvules de tall

Serà de bola, de marca Vir, i servirà per aïllar l'acumulador d'ACS de la xarxa. Se li assignarà l'identificador VT-27.

Electrovàlvula de dos vies

La seva funció serà evitar que a l'estiu l'aigua freda produïda a la bomba de calor tingui contacte mitjançant el serpentí amb el dipòsit d'ACS, ja que això provocaria una disminució de la temperatura al mateix dipòsit. Les dues electrovàlvules aniran regides per la centaleta de regulació CR-05.

Sonda de temperatura

La sonda de temperatura anirà instal·lada a la canonada d'impulsió, entre la vàlvula de tall VT-28 i la vàlvula antiretorn VA-10, i serà l'encarregada d'enviar una senyal elèctrica a la centraleta de regulació per a que aqueta actuï sobre les electrovàlvules sempre que la temperatura d'impulsió sigui inferior a 30°C (tancament de les electrovàlvules) o superior (obertura de les electrovàlvules).



1.9 PLANIFICACIÓ

En aquest apartat es descriu la planificació del present projecte final de carrera. A continuació es descriuen les tasques realitzades i el temps, en dies feiners, que se li ha assignat a cadascuna. Més endavant es mostra un diagrama de Gantt que representa d'una manera gràfica com s'han dut a terme cadascuna de les tasques al llarg del temps.

1.9.1 Definició de les tasques

Normativa i reglamentació: consisteix en la recerca de les disposicions legals que afecten el projecte. Durada: 15 dies.

Informació bibliogràfica: cercar llibres i manuals tècnics amb referències sobre energia solar i sistemes de climatització d'edificis. Durada: 35 dies.

Anàlisi dels requeriments: descriure l'habitatge i els seus futurs ocupants, elaborar els plànols que descriuen dimensionalment la vivenda per tal de procedir amb els càlculs. Durada: 20 dies.

Anàlisi de les solucions: sintetitzar la informació obtinguda de la bibliografia i anàlisi dels pros i contres de les diferents alternatives, per escollir la que més s'adequa al projecte. Durada: 30 dies.

Selecció de components: cercar catàlegs de fabricants per tal de poder determinar quins elements s'instal·laran. Durada: 10 dies.



Càlcul de les necessitats energètiques: determinar la potència necessària de calefacció i refrigeració, així com del consum d'ACS. Durada: 15 dies.

Càlcul de les pèrdues de càrrega: determinar les pèrdues de càrrega de tots els circuits hidràulics del sistema. Durada: 15 dies.

Altres càlculs: determinar el volum dels vasos d'expansió, espessors d'aïllament de canonades, etc. Durada: 45 dies.

Memòria: consisteix en la redacció d'aquest document. Durada: 95 dies.

Annexes: consisteix en la redacció d'aquest document. Durada: 100 dies.

Diagrames d'enginyeria: crear símbols i diagrames per tal de poder reflectir gràficament el funcionament de la instal·lació. Durada: 10 dies.

Plànols de les instal·lacions: elaborar els documents gràfics de les vistes en planta i perfils de les instal·lacions solar, de climatització i d'ACS. Durada: 15 dies.

Plec de condicions: redacció d'aquest document. Durada: 15 dies.

Estat d'Amidaments: elaboració d'aquest document a partir dels plànols. Durada: 5 dies.

Pressupost i Estudi de Viabilitat: elaboració d'aquest document a partir de l'estat d'amidaments i dels catàlegs dels fabricants. Durada: 10 dies.



Revisió del projecte: seguiment del projecte per part del director. Durada: 140 dies.

Revisió final, impressió i enquadernació: indexat i comprovació integral del projecte per tal de poder imprimir els documents i enquadernar les diferents còpies del mateix. Durada: 5 dies.

Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt de l'elaboració del present projecte es mostra a la Taula 1.81.

Tasca	Desembre	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Normativa i reglamentació							
Informació bibliogràfica							
Anàlisi dels requeriments							
Anàlisi de les solucions							
Selecció de components							
Càlcul de les necessitats energètiques							
Càlcul de les pèrdues de càrrega							
Altres càlculs							
Memòria							
Annexes							
Diagrames d'enginyeria							
Plànols de les instal·lacions							
Plec de condicions							
Estat d'Amidaments							
Pressupost i Estudi de Viabilitat							
Revisió del projecte							
Revisió final, impressió i enquadernació							

Taula 1.81. Diagrama de Gantt de l'elaboració del projecte



1.10 CONCLUSIONS

Com a punt final, i a mode de comentari dels autors del projecte, cal tenir en compte alguns aspectes relacionats amb la instal·lació dissenyada. En primer lloc s'ha de dir que, la vivenda que ha servit de referència en aquest projecte es trobava en contrucció basada en un altre projecte anterior al que actualment ens ocupa.

Al propietari de la vivenda li quedava el dubte de saber com es podria solucionar el tema de la climatització de la vivenda amb un sistema eficient, còmode, respectuós amb el medi ambient i que no fos una instal·lació de plaques solars. La solució a la que han arribat els autors del projecte ha estat la realització d'una instal·lació d'energia geotèrmica, la qual s'ha comparat tècnica i econòmicament amb una instal·lació convencional.

Les fotografies de la casa s'han pogut realitzar degut a que abans de finalitzar la redacció d'aquest projecte, la vivenda ja es trobava pràcticament finalitzada.

Un cop realitzat l'estudi de viabilitat entre les dues instal·lacions a comparar s'ha arribat a la conclusió que la previsió més optimista suposa un estalvi en 25 anys de 208.470,17 € (el qual s'obté per a un preu de l'electricitat constant i variable en el cas del gas natural, i amb una subvenció per a la instal·lació geotèrmica del 30 % de la inversió inicial) i la més pessimista un cost per sobre de la instal·lació convencional en 25 anys de 120.951,21 € (el qual s'obté per a un preu de l'electricitat variable i constant per al gas natural, i sense cap subvenció per a la instal·lació geotèrmica).



1.11 AGRAÏMENTS

Els autors del present projecte agraeixen sincerament l'ajuda rebuda per part de les següents persones:

- Lluïsa F. Cabeza i Cristian Solé, directors del projecte.
- Companys i professors de l'Escola Politècnica Superior.
- Familiars i amics.

Sense ells la redacció d'aquest projecte difícilment hauria estat possible.



2

ANNEXES



INDEX DELS ANNEXES

ÍNDIX DELS ANNEXES.....	224
2.1.CÀLCULS	227
2.1.1.Càlcul de les càrregues tèrmiques	227
2.1.1.1.Descripció del programa DpClima	228
2.1.1.2.Dades introduïdes al programa	235
2.1.1.2.1.Condicions exteriors de disseny	235
2.1.1.2.2.Condicions interiors de disseny	241
2.1.1.3.Resultats	256
2.1.1.4.Resum dels càlculs de càrregues tèrmiques.....	338
2.1.2.Càlcul de l'energia necessària d'ACS	339
2.1.3.Càlcul dels elements emissors de calefacció	341
2.1.3.1.Instal·lació convencional de calefacció per radiadors ..	341
2.1.3.1.1.Mètode de càlcul.....	344
2.1.3.1.2 Càlcul dels radiadors.....	348
2.1.3.1.3 Potència calorífica necessària total	349
2.1.3.2 Instal·lació geotèrmica per terra radiant	350
2.1.3.2.1 Mètode de càlcul.....	351
2.1.3.2.1.1 Resum càlculs obtinguts	352
2.1.3.2.2 Determinació distància i separació entre tubs i metres lineals de tub necessaris.....	353
2.1.3.2.2.1 Resum càlculs obtinguts	356
2.1.3.3 Càlcul del terra radiant en mode refrescament	363
2.1.4.Càlcul de les pèrdues de càrrega.....	367
2.1.4.1 Mètode de càlcul.....	367
2.1.4.2 Pèrdues de càrrega en la instal·lació convencional.....	372
2.1.4.3 Pèrdues de càrrega de la instal·lació geotèrmica	383
2.1.5.Càlcul de l'aïllament de les canonades de la instal·lació geotèrmica	391



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.6.Càlcul de la xarxa de conductes per a la instal·lació de fred	394
2.1.6.1 Mètode de càlcul.....	394
2.1.6.1.1 Paràmetres de càlcul	395
2.1.6.1.2 Càlcul dels conductes d'aire	398
2.1.6.1.3 Pèrdues de càrrega en els accessoris.....	401
2.1.6.1.4 Elecció de reixetes i difusors	406
2.1.6.2 Dimensionament de la xarxa de conductes per a la instal·lació convencional	409
2.1.6.2.1 Conclusions.....	414
2.1.6.3 Dimensionament de la xarxa de conductes per a la instal·lació geotèrmica	415
2.1.6.3.1 Conclusions.....	418
2.1.7.Càlcul del vas d'expansió de la instal·lació geotèrmica	419
2.1.7.1 Mètode de càlcul.....	419
2.1.7.1.1 Generalitats	419
2.1.7.1.2 Càlcul del volum del fluid contingut en la instal·lació.....	420
2.1.7.1.2.1 Volum interior del generador de calor.....	421
2.1.7.1.2.2 Volum interior del circuit de distribució	422
2.1.7.1.2.3 Volum interior dels circuits de tubs emissors	422
2.1.7.1.3 Càlcul del coeficient d'expansió.....	424
2.1.7.1.4 Càlcul de l'augment de volum del fluid de la instal·lació.....	425
2.1.7.1.5 Càlcul del volum del vas d'expansió tancat ..	425
2.1.7.1.6 Càlcul del coeficient de pressió	426
2.1.7.1.7 Càlcul del volum total del vas d'expansió	428
2.1.7.2 Resultats obtinguts.....	428
2.1.8.Càlcul del bescanviador geotèrmic.....	430
2.1.8.1 Descripció del programa GeoCiatesa V.1.00.	430
2.1.8.2 Introducció de les dades	438



2.1.8.3 Resultats del programa	452
2.1.8.4 Anàlisi tècnic-econòmic per a elecció de la longitud del bescanviador calor	455
2.1.9.Càlcul de la potència de la caldera	458
2.1.10.Estudi de viabilitat econòmica.....	459
2.1.10.1 Instal·lació convencional	477
2.1.10.2 Instal·lació geotèrmica.....	487
2.1.10.3 Comparació entre les dues instal·lacions.....	499
2.2. CATÀLEGS I COMPONENTS	509

2.1. CÀLCULS

2.1.1 Càlcul de les càrregues tèrmiques

L'objectiu d'aquest apartat és calcular les necessitats de calor que tenim a la vivenda objecte del projecte, a fi que aquest es mantingui en les condicions tèrmiques que exigeixen els corresponents estàndards de confort tèrmic.

Per dimensionar els equips de calefacció i refrigeració s'ha d'estimar la màxima càrrega tèrmica de la instal·lació. Aquesta, però, pot ser difícil de determinar. La majoria d'instal·lacions tenen el moment de màxima càrrega sobre les 7 hores solars del mes de gener per a calefacció, sempre referint-se a l'hemisferi nord.

Com a càrrega tèrmica s'entenen tots els fenòmens que tendeixen a modificar tant la temperatura com la humitat relativa del local, de manera que quan només es modifica la temperatura seca de l'aire, es tracta de càrrega sensible i si es modifica la quantitat de vapor d'aigua, es tracta d'una càrrega latent.

El càlcul de les càrregues tèrmiques a mà resulta molt laboriós i únicament permet fer-ho per a un instant concret (hora solar d'un dia d'un mes concret). El programa informàtic utilitzat és molt més potent i realitza els càlculs per a cada hora del període considerat (mesos d'hivern o mesos d'estiu). A més a més, té en compte molts paràmetres que serien feixucs de considerar si els càlculs es fessin manualment. I alhora també permet el càlcul de la màxima càrrega tèrmica que es pot realitzar per a cada habitació individual, per a cada zona o per a tot l'edifici o instal·lació.

El programa permet agilitzar aquesta feina tan mecànica i pesada i poder entrar més en detall en aspectes més interessants des del punt de vista del disseny, com per exemple,



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



la incidència de diversos factors en el resultat de la càrrega tèrmica final. El programa utilitzat en els càlculs d'aquest projecte s'anomena DpClima.

2.1.1.1 Descripció del programa DpClima

A continuació s'expliquen els passos que s'han hagut de seguir per a introduir les característiques de la vivenda al programa.

Obrir el programa DpClima i seleccionar l'opció *Proyecto Nuevo*.

Es troben dues pestanyes, tal i com es pot veure a la Figura 2.1 i Figura 2.2:

- *Empresa*: omplir els camps de l'empresa, títol i autor del projecte.
- *Exterior*: seleccionar la ciutat o bé definir les condicions requerides de la ciutat per a l'hivern i l'estiu. En aquest cas s'ha escollit Lleida per a totes les dades excepte Latitud, Altitud i Velocitat mitja del vent de la població Alcoletge.

The screenshot shows the DpClima software window. The title bar indicates the file path: H:\PFC\carregues termiques.dpc. The menu bar includes Archivo, Edición, Valores por defecto, Bases de datos, Substituir, Diagrama Psicrométrico, and Ayuda. The toolbar contains various icons for file operations and calculations. The main window has two tabs: 'Empresa' (selected) and 'Exterior'. The 'Empresa' tab contains the following fields:

- Empresa:** UdL
- Título:** Instal·lació de climatització i ACS mitjançant sistema convencional i bomba de calor geotèrmica. Estudi de viabilitat
- Autor:** Oriol Macarulla i Alberto Vélez
- Referencia:** (empty field)
- Fecha:** 22/11/2006
- Carga propia instalación (%):** 6
- Coef. de mayoración cargas del edificio (%):** 5

Figura 2.1 DpClima: dades generals



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Figura 2.2 DpClima: condicions de la ciutat

En aquest moment, s'habilita la casella *Añadir zona*, a partir de la qual es poden començar a definir les característiques de les instal·lacions. En el cas d'estudi s'han considerat dues plantes, tal i com s'aprecia a la Figura 2.3.

Figura 2.3 DpClima: definició de zones dins de l'edifici

Un cop definides les zones, es pot accedir a la casella *Añadir local*. Ara és quan es defineixen les característiques de cada dependència de la zona considerada.

En una primera pestanya, *Identificación*, es defineix el nom del local, condicions de temperatura i humitat, dimensions, nombre màxim de persones i ventilació requerida tal i com es pot veure a la Figura 2.4.

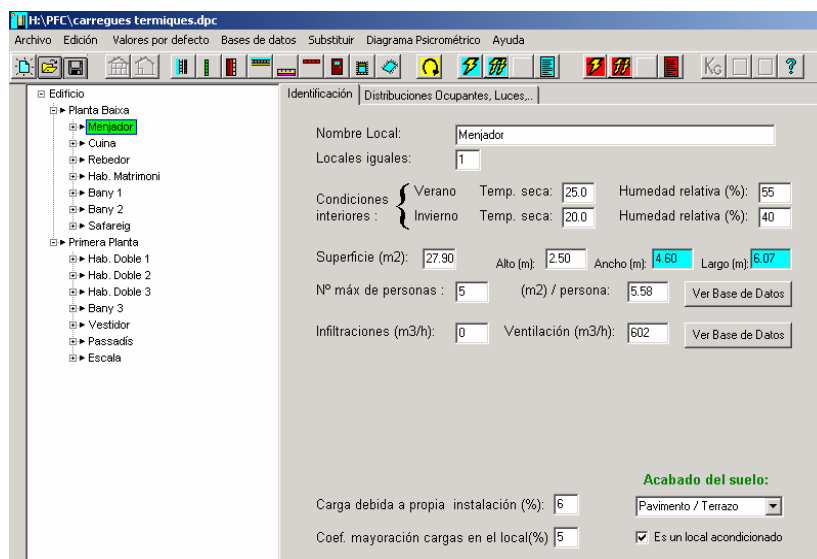


Figura 2.4 DpClima: pestanya *Identificación* permet definir les característiques del local

A la segona pestanya, *Distribuciones ocupantes, luces y otras cargas*, es defineix el nombre d'ocupants i el tipus de treball que desenvolupen, la quantitat de llums i el tipus d'aquestes així com altres tipus de càrregues tèrmiques com podrien ser ordinadors, fotocopiadores, etc. Totes aquestes càrregues tèrmiques es defineixen tenint en compte el percentatge d'utilització de cadascuna d'elles (Figura 2.5.).



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

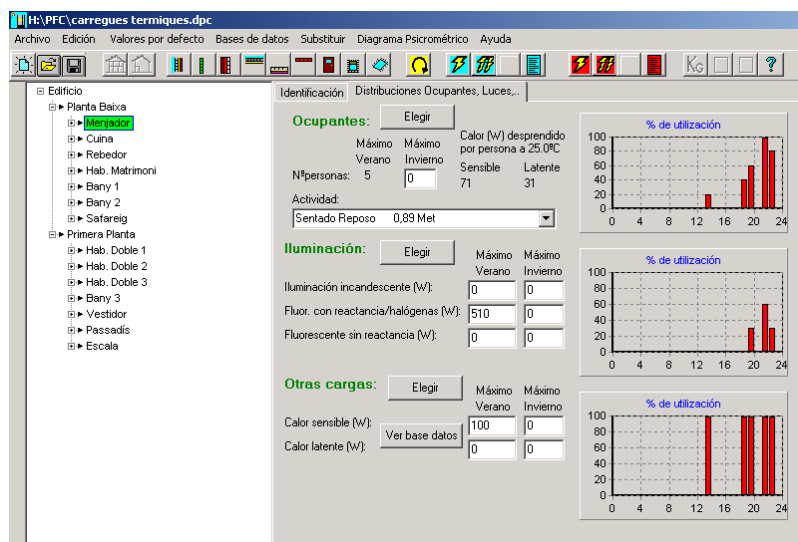


Figura 2.5 DpClima: pestanya Distribuciones ocupantes, luces y otras cargas

S'han considerat els següents locals:

- Planta Baixa
 - Menjador
 - Cuina
 - Rebedor
 - Habitació Matrimoni
 - Bany 1
 - Bany 2
 - Safareig
- Primera Planta
 - Habitació Doble 1
 - Habitació Doble 2
 - Habitació Doble 3
 - Bany 3
 - Vestidor
 - Passadís
 - Escala



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Després es procedeix afegint al local les parets, el sostre i el sòl, diferenciant si la paret és un mur a l'exterior o al terreny, o bé si és una paret a un altre local, i el mateix passa amb els sostres i els sòls.

Primer s'escull el tipus de tancament. Existeixen unes estructures ja definides pel programa (Figura 2.6), però també hi ha la possibilitat d'afegir parets a les ja existents (Figura 2.7).

Una vegada escollit el tipus de tancament, en aquest cas un mur exterior, se li atribueix una superfície i una orientació, tal i com es pot veure a la Figura 2.8.

Quan es defineixen parets interiors, cal especificar la superfície d'aquestes, així com el tipus de climatització que té el local adjacent. S'ha de senyalar que en aquest projecte, per simplificar càlculs i segons l'opinió del Dr. J.M.Pinazo (professor de la Universitat Politècnica de Valencia i autor del programa utilitzat) s'ha considerat tota la casa a la mateixa temperatura i per tant s'han obviat les parets interiors.

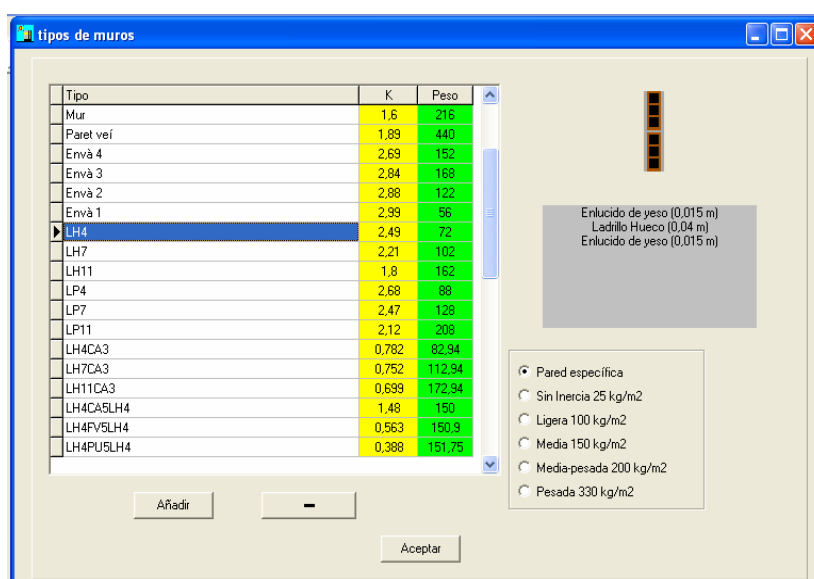


Figura 2.6 DpClima: estructures constructives definides ja pel programa



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Totes les obertures que el té local, es defineixen en la construcció pertinent, ja sigui paret, mur o sostre, tan sols accedint a la casella *Añadir ventada vertical*. Apareixerà un quadre de diàleg on es pot definir les dimensions de la porta o finestra i les del vidre, si es que procedeix, així com el material d'ambdós i el coeficient de conductivitat tèrmica (Figura 2.9).

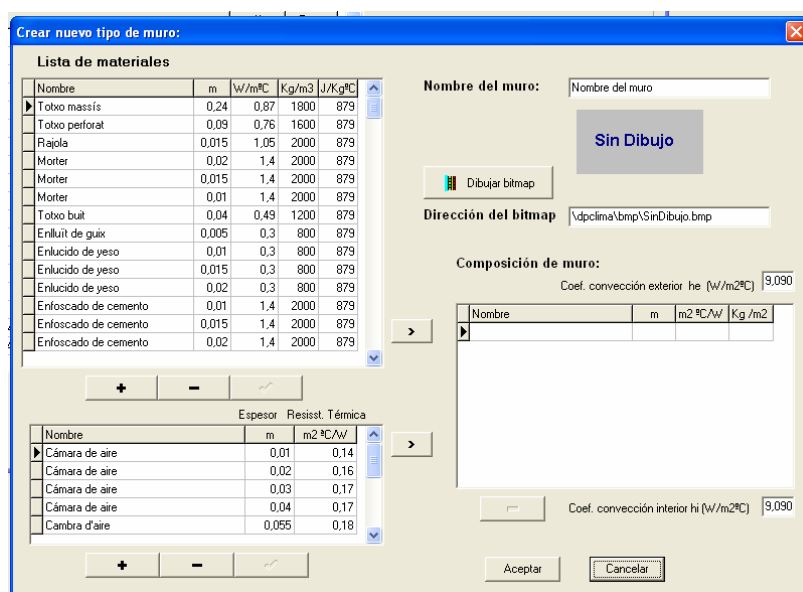


Figura 2.7 DpClima: creació de tipus de tancaments no existents a la base de dades del programa.

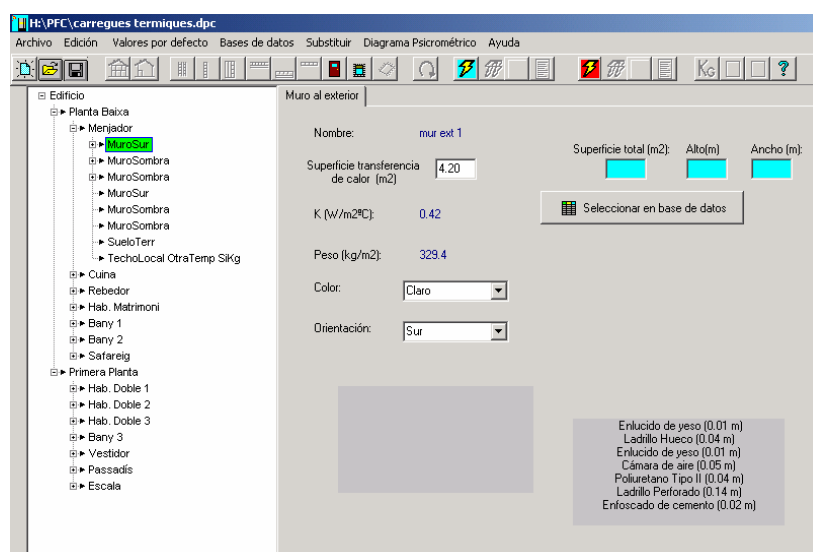


Figura 2.8 DpClima: pestanya per definir les característiques d'un mur exterior.

Si fos precís, hi ha la possibilitat de tenir en compte la presència de claraboies, finestres exteriors horitzontals i inclinades, tan sols prement el botó *Añadir ventara exterior horizontal/inclinada/claraboya*. De la mateixa manera que quan afegim una porta o finestra, s'hauran de definir les diferents característiques de la claraboia o finestra exterior. Les característiques del sòl o del sostre vindran definides tal com es mostra a la Figura 2.10.

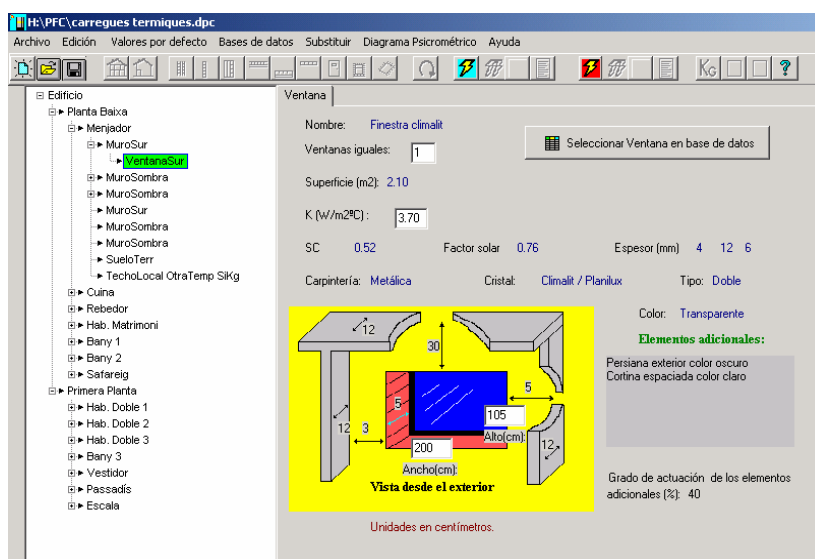


Figura 2.9 DpClima: Pestanya on es defineixen les característiques de les finestres

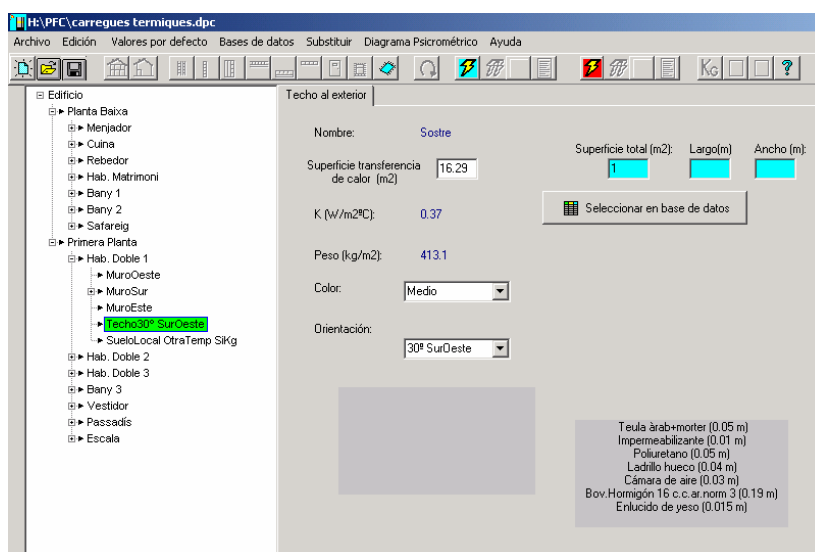


Figura 2.10 DpClima: Pestanya on es defineixen les característiques del sòl o del sostre.

2.1.1.2 Dades introduïdes al programa

Al realitzar qualsevol projecte d'instal·lació de climatització, independentment de la magnitud, tant per instal·lacions a nivell individual com a col·lectiu, el punt de partida és fixar les condicions de disseny, tant interiors als locals a climatitzar, com les condicions de l'aire exterior del lloc on s'han de realitzar la citada instal·lació de climatització.

2.1.1.2.1 Condicions exteriors de disseny

Per fixar les condicions exteriors de disseny i la determinació de la demanda tèrmica instantània màxima d'hivern i estiu, imprescindible per a la realització dels projectes de climatització, es tenen en compte les temperatures determinades en les normes UNE-100-001-85 i UNE 100-014-84 basades en el denominat *nivell percentil* que representa el percentatge del nombre d'hores dels mesos que defineixen les estacions d'hivern i estiu durant les quals les temperatures indicades són iguals o superiors (veure Taula 2.1).

Estació	Estiu			Hivern		
Nivell percentil	1%	2,5%	5%	99%	97,5%	95%
Hores	30	73	146	2138 (22)	2106 (54)	2052 (108)

Taula 2.1 Nivells percentils

Per a l'estiu els mesos escollits són Juny, Juliol, Agost i Setembre (122 dies, 2928 hores) i per l'hivern, Desembre, Gener i Febrer (90 dies, 2160 hores).

La temperatura seca a considerar és la que correspon al següent nivells:

- nivell 99% per hospitals, clíniques, residències de la tercera edat, centres de càlcul i qualsevol altre espai que el tècnic autor del projecte consideri.



- nivell 97,5% per tots els edificis no mencionats al nivell anterior.

La Taula 2.2 proporciona la temperatura seca d'estiu i hivern d'algunes capitals de província.

localidad	verano			invierno		
	temperaturas seca y húmeda coincidente			temperatura seca		
	1%	2,5%	5%	99%	97,5	95%
Almería	31,3/23,4	30,5/23,1	29,7/22,9	4,9	5,8	6,6
Àvila	31,8/17,6	30,0/17,1	28,6/16,5	-9,4	-7,2	-5,4
Badajoz	33,6/19,5	33,1/19,4	32,8/19,3	4,1	4,3	4,5
Cádiz	35,9/22,5	34,6/22,2	33,5/21,8	1,6	2,9	4,0
Castellón	31,8/22,5	30,7/22,2	29,8/21,9	0,2	1,9	3,2
Cuenca	34,2/20,2	32,6/19,7	31,1/19,3	-9,8	-7,7	-6,0
Gerona	34,1/21,8	32,7/21,4	31,1/20,9	-3,6	-2,1	-0,9
Granada	37,4/19,8	35,9/19,3	34,4/18,8	-4,4	-2,9	-1,5
Guadalajara	34,2/19,4	33,0/19,1	31,8/18,7	-5,0	-3,4	-2,2
Huelva	34,9/21,7	33,7/21,3	32,6/21,0	0,5	2,2	3,4
Huesca	34,4/20,8	32,7/20,3	31,4/19,7	-5,6	-4,2	-3,1
Jaén	38,0/23,7	36,6/23,3	35,4/23,0	-0,7	0,5	1,6
León	32,9/18,2	31,0/17,5	29,3/17,0	-8,8	-6,8	-5,1
Lérida	35,8/20,6	34,3/20,2	32,7/19,7	-4,6	-3,0	-1,8
Lugo	31,7/19,3	29,2/18,5	27,1/17,8	-3,5	-2,1	-1,0
Murcia	34,2/23,2	32,3/22,7	30,9/22,3	0,1	1,6	2,8
Pamplona	34,7/20,5	32,3/19,8	30,2/19,1	-6,4	-4,7	-3,2
Orense	33,0/20,9	31,4/20,4	29,8/19,9	-1,6	-0,3	1,0
Palencia	34,5/19,7	32,5/19,1	30,7/18,4	-6,9	-5,5	-4,0
Pontevedra	28,1/18,4	26,8/17,9	26,1/17,2	0,8	2,1	3,2
S. Sebastián	26,2/18,2	24,5/17,6	23,2/18,5	-2,8	-1,2	0,3
Tenerife	31,3/20,9	30,4/20,6	29,7/20,4	12,2	12,9	13,4
Segovia	33,9/19,2	32,1/18,6	30,6/18,2	-8,2	-6,5	-4,9
Soria	32,7/19,0	30,7/18,2	29,1/17,6	-9,0	-7,2	-6,7
Tarragona	28,6/21,8	27,8/21,5	27,1/21,3	0,1	1,5	2,9
Toledo	37,3/20,1	35,7/19,6	34,3/18,9	-3,4	-2,1	-0,9
Vitoria	33,4/20,6	31,0/19,9	29,0/19,3	-7,5	-5,3	-3,5
Zamora	34,2/20,7	32,5/20,9	30,8/20,4	-6,2	-4,6	-3,2

Taula 2.2 Condicions ambientals de capitals de província.

A la Taula 2.3 s'observa el valor dels graus-dia (GD) acumulats al llarg del any (d'aplicació per càlculs aproximats del consum energètic dels sistemes de calefacció destinats al benestar de les persones i per comparacions de consum entre diferents sistemes de calefacció), i velocitats i direcció dels vents predominants de la zona, útil per càlculs de ventilació.

Localidad	GD anuales	Vientos dominantes (año)	
		Dir.	m/s
Albacete	1.673	NO	-
Alicante	517	NO	5,9
Barcelona	977	N	3,6
Bilbao	1.101	NO	5,7
Burgos	2.384	NE	4,8
Cáceres	1.026	O	3,6
Ciudad Real	1.477	O	-
Córdoba	869	SO	5,4
Gerona	939	S	5
Ibiza	468	SO	5,2
Jerez	579	O	7,2
La Coruña	930	N	5,2
Las Palmas	1	N	6,7
Lérida	1.226	-	-
Logroño	1.506	O	4,4
Madrid	1.555	N	4,4
Mahón	558	N	8,0
Málaga	487	NO	4,4
Oviedo	1.462	NO	-
Palma de Mallorca	844	ENE	5,4
Salamanca	2.030	O	5,5
Santander	985	O	5,2
Santiago	1.540	SO	6,8
Sevilla	580	SO	5,6
Tarragona	626	S	5
Teruel	2.324	N	-
Valencia	741	O	6,3
Valladolid	1.920	O	-
Vigo	1.288	S	3,2
Zaragoza	1.337	ONO	7,4

Taula 2.3 Graus dia anuals i velocitat del vent

El nivell percentil del 99% correspon a un valor de la temperatura tal, que només durant l'1% de les hores del període considerat es donen temperatures més baixes i analògicament per el nivell percentil del 97,5% només durant el 2,5% de les hores del període considerat es donen temperatures més baixes.

La temperatura exterior és la dada més influent per fixar la potencia nominal de la instal·lació de calefacció. Agafar unes condicions exteriors excessivament adverses portaria al sobredimensionament de la instal·lació. I per tots aquells dies en que aquestes

condicions no es donin baixaria el seu rendiment, a més a més d'augmentar els costos inicials de la mateixa.

Per altra banda, si la temperatura exterior adoptada és rebassada, és a dir, més baixa, durant un número important de dies, durant el període hivernal, està clar que aquests dies la instal·lació no podrà subministrar la demanda de calor que se li demana i no es podrà arribar a les condicions interiors de disseny.

És per això que es busca l'equilibri entre els dos extrems i s'adopta una temperatura exterior de càlcul que estigui raonablement al nivell percentil més ajustat a la localitat de l'emplaçament de la instal·lació.

A la Taula 2.4 es donen les temperatures exteriors de càlcul, orientatives, per aconseguir estar entre els valors pràctics d'equilibri i que la instal·lació treballi al rendiment més òptim.

L'OMD (mitjana de la diferència entre la mitjana de temperatures màximes i la mitjana de temperatures mínimes mensuals dels mesos d'estiu) i l'OMA (diferència entre la màxima de màximes i la mínima de mínimes) es calculen a partir de les dades facilitades per el *Instituto Nacional de Meteorología*. A la Taula 2.5 es mostren aquests paràmetres.

La temperatura del terreny ve donada per la norma CTE, que cataloga el territori de l'Estat espanyol en zones climàtiques. Segons en quina zona es localitzi l'edifici, la temperatura del terreny serà una o una altra. Lleida està a la zona Y, per tant i tal i com es veu en la Figura 2.11, li correspon una temperatura del terreny de 6°C.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Poblacions	Temperatura (°C)	Poblacions	Temperatura (°C)
Albacete	-6	Lugo	-1
Alicante	6	Madrid	-2
Almería	6	Murcia	1
Àvila	-6	Orense	-2
Badajoz	0	Oviedo	-1
Barcelona	3	Palencia	-5
Bilbao	1	Pamplona	-4
Burgos	-5	Pontevedra	2
Càceres	1	Salamanca	-6
Ciudad Real	-3	San Sebastián	-1
Córdoba	1	Santander	3
Cuenca	-6	Segovia	-6
Gerona	-2	Sevilla	2
Granada	-1	Soria	-6
Guadalajara	-3	Tarragona	2
Huelva	2	Teruel	-7
Huesca	-4	Toledo	-2
Jaén	1	Valencia	2
La Coruña	3	Valladolid	-4
León	-5	Vitoria	-4
Lérida	-4	Zamora	-4
Logroño	-2	Zaragoza	-2

Taula 2.4 Temperatures exteriors de càlcul

Mes	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T_{mitjana} màximes °C	9,6	13,7	17,5	19,8	24	28,5	32,2	31,6	27,3	21,2	14,2	9,8
T_{mitjana} mínimes °C	1	2,2	4,2	6,2	10,5	14,4	17,2	17,4	14,1	9,4	4,4	2,1
T_m màx - T_m mín °C	8,6	11,5	13,3	13,6	13,5	14,1	15	14,2	13,2	11,8	9,8	7,7
OMA °C	37,6											
OMD °C	14											

Taula 2.5 Determinació d'OMA i OMD



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

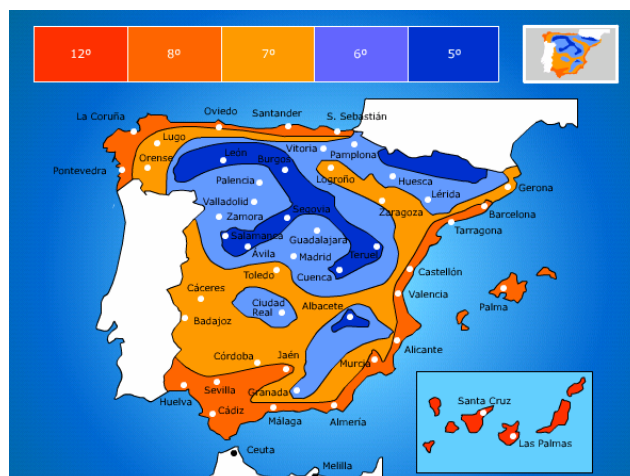


Figura 2.11 Mapa de la temperatura del terreny en funció de la zona climàtica.

A la Taula 2.6 es pot veure el resum de les condicions exteriors de càlcul introduïdes al programa.

Localitat		Lleida
Altitud		213 m
Latitud		41,7°
Velocitat del vent		2 m/s
Enterboliment atmosfèric		Estàndard
Materials circumdants		Estàndard
Estiu	Temperatura seca exterior màxima	33°C
	Humitat relativa	45%
	Oscil·lació mitjana diària (OMD)	14°C
	Oscil·lació màxima anual (OMA)	37,6°C
	ΔT interior població	0°C
Hivern	Temperatura seca exterior	-4,6°C
	Humitat relativa	70%
	Temperatura del terreny	6°C
	ΔT interior població	0°C
Coefficient de majoració de les càrregues de l'edifici		5%
Càrrega pròpia instal·lació		6 %

Taula 2.6 Condicions exteriors de càlcul de l'habitatge



2.1.1.2.2 Condicions interiors de disseny

Començarem per descobrir quines són aquestes condicions interiors de disseny i que lògicament afecten a la *peça* a calefactar, donant com a resultat el que es defineix com l'ambient interior, i que com ja s'ha vist anteriorment, és determinat per la temperatura del local, la humitat relativa, el moviment i la puresa del aire, també tenen influència la temperatura superficial del tancaments, que limiten el local, a més d'altres circumstàncies com l'aportació calorífica, la il·luminació, etc.

Tenint en compte el control de tots aquests factors d'una manera integral, solament s'aconsegueixen amb la climatització de l'aire condicionat. Es donaran com a condicions de disseny interior, la temperatura de l'aire interior, la velocitat mitja de l'aire i la humitat relativa, tal i com el RITE estableix fixant aquests valors en funció de l'activitat metabòlica de les persones i del seu grau de vestimenta amb els límits establerts i es pot veure a la Taula 2.7.

Estació	Temperatura operativa (°C)	Velocitat mitja de l'aire (m/s)	Humitat relativa (%)
Estiu	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Hivern	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

Taula 2.7 Condicions interiors de disseny

Aquests valors s'han de mantenir a la denominada *zona ocupada* del local, definida per les distàncies des de la superfície interior de l'element, següents:

- A 1 m de paret exterior amb finestra o porta
- A 0,50 m de paret exterior sense finestra o porta
- A 0,50 m de paret interior
- A 0,10 m del terra (límit inferior)
- A 1,30 m del terra (sentat)
- A 2,00 m del terra (de peu)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



A continuació, de la Taula 2.8 fins a la Taula 2.21, es mostren els valors introduïts al programa per a cada dependència.

Nom de la dependència	Menjador	
Superfície útil (m²)	27,9	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	69,81	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terrazzo	
Nombre màxim de persones	5	
Activitat	Assentat en repòs	
Ventilació (m³/h)	58	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	510	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	100	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroSur	Mur Exterior	4,20
VentanaSur	Finestra Climalit	2,10
MuroSombra (Est)	Mur Exterior	6,79
VentanaSombra	Finestra Climalit	3,78
MuroSombra (Nord)	Mur Exterior	4,88
VentanaSombra	Finestra Climalit	1,57
MuroSur	Mur Exterior + Pedra	0,40

Taula 2.8 Condicions interiors de càlcul del menjador



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

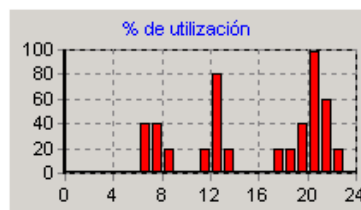


Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
MuroSombra (Est)	Mur Exterior + Pedra	8,87
MuroSombra (Nord)	Mur Exterior + Pedra	8,87
SueloTerr	Sòl al Terreny	27,90
TechoLocal OtraTemp SiKg	Sostre entre Plantes	27,90

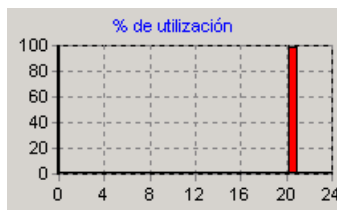
Taula 2.8 Condicions interiors de càlcul del menjador (continuació)

Nom de la dependència	Cuina	
Superfície útil (m ²)	11,17	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m ³)	27,93	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terrazzo	
Nombre màxim de persones	5	
Activitat	De peu treball lleuger	
Ventilació (m ³ /h)	144	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	200	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	2205	
Altres càrregues de calor latent (W)	250	

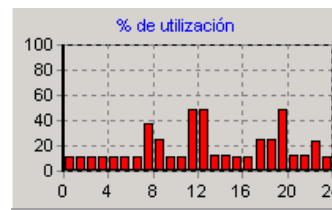
Gràfica ocupació



Gràfica il·luminació



Gràfica altres càrregues



Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
MuroEste	Mur Exterior + Rajola	2,70
MuroEste	Mur Exterior + Rajola + Pedra	1,80
MuroSur	Mur Exterior + Rajola	3,48

Taula 2.9 Condicions interiors de càlcul de la cuina



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

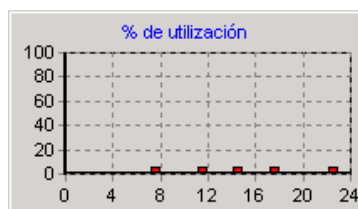


Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
VentanaSur	Finestra Climalit	1,26
MuroSur	Mur Exterior + Rajola + Pedra	3,40
SueloTerr	Sòl al Terreny	11,17
Techo30°Sur	Sostre a l'Exterior	9,92
TechoLocal OtraTemp SiKg	Sostre entre Plantes	1,25

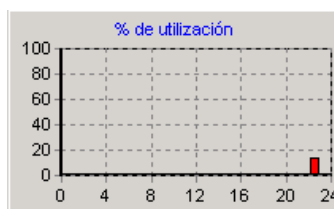
Taula 2.9 Condicions interiors de càlcul de la cuina (continuació)

Nom de la dependència	Rebedor	
Superfície útil (m ²)	4,73	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m ³)	11,83	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terratzo	
Nombre màxim de persones	2	
Activitat	De peu treball molt lleuger	
Ventilació (m ³ /h)	72	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	300	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	0	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	

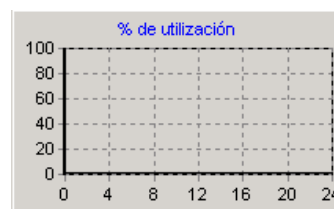
Gràfica ocupació



Gràfica il·luminació



Gràfica altres càrregues



Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
SueloTerr	Sòl al Terreny	4,73

Taula 2.10 Condicions interiors de càlcul del rebedor



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
PuertaExtNorte	Porta Exterior	Total → 3,15 Acristalada → 0,57
TechoLocalNoAcond SiKg	Sostre entre Plantes (Exterior)	3
TechoLocal OtraTemp SiKg	Sostre entre Plantes	2

Taula 2.10 Condicions interiors de càlcul del rebedor (continuació)

Nom de la dependència	Habitació de matrimoni	
Superfície útil (m ²)	15,46	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m ³)	38,65	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terrazzo	
Nombre màxim de persones	2	
Activitat	Assentat en repòs	
Ventilació (m ³ /h)	57	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	200	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	0	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	

Gràfica ocupació 	Gràfica il·luminació 	Gràfica altres càrregues
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
MuroNorte	Mur Exterior	3,23
VentanaNorte	Finestra Climalit	1,57
MuroNorte	Mur Exterior + Pedra	3,50

Taula 2.11 Condicions interiors de càlcul de l'habitació de matrimoni



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

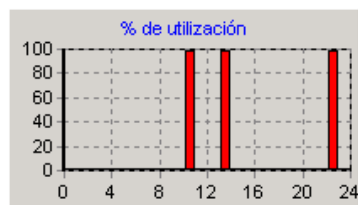


Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
MuroOeste	Mur Exterior	6,63
MuroOeste	Mur Exterior + Pedra	4,42
SueloTerr	Sòl al Terreny	15,46
TechoLocal OtraTemp SiKg	Sostre entre Plantes	15,46

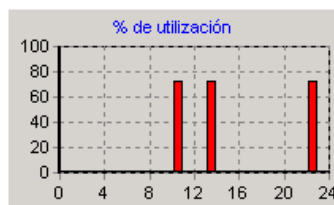
Taula 2.11 Condicions interiors de càlcul de l'habitació de matrimoni (continuació)

Nom de la dependència	Bany 1 (Habitació matrimoni)	
Superfície útil (m ²)	5,44	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m ³)	13,60	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terrazzo	
Nombre màxim de persones	1	
Activitat	De peu treball molt lleuger	
Ventilació (m ³ /h)	90	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	210	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	675	
Altres càrregues de calor latent (W)	120	

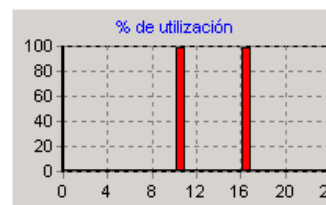
Gràfica ocupació



Gràfica il·luminació



Gràfica altres càrregues



Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
MuroOeste	Mur Exterior + Rajola	1,65
VentanaOeste	Finestra Climalit	0,53
MuroOeste	Mur Exterior + Rajola + Pedra	1,55

Taula 2.12 Condicions interiors de càlcul del bany 1



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

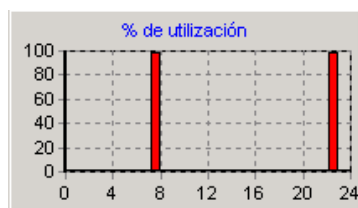


Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
SueloTerr	Sòl al Terreny	5,44
TechoLocal OtraTemp SiKg	Sostre entre Plantes	5,44

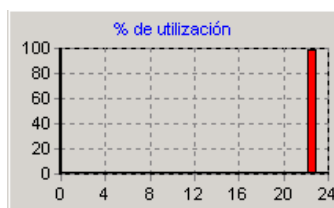
Taula 2.12 Condicions interiors de càlcul del bany 1 (continuació)

Nom de la dependència	Bany 2	
Superfície útil (m ²)	2,43	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m ³)	6,08	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terratzo	
Nombre màxim de persones	1	
Activitat	Assentat treball molt lleuger	
Ventilació (m ³ /h)	90	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	60	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	0	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	

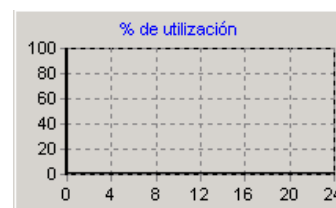
Gràfica ocupació



Gràfica il·luminació



Gràfica altres càrregues



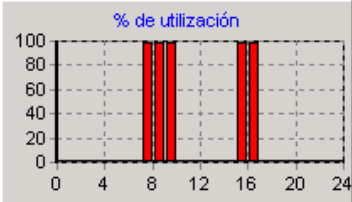
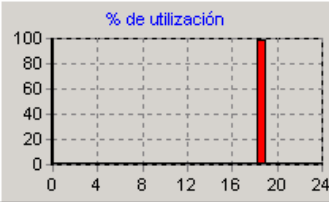
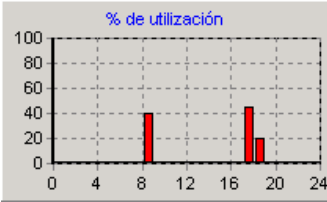
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m ²)
MuroNorte	Mur Exterior + Rajola	0,82
VentanaNorte	Finestra Climait	0,53
MuroNorte	Mur Exterior + Rajola + Pedra	1
SueloTerr	Sòl al Terreny	2,43
TechoLocal OtraTemp SiKg	Sostre entre Plantes	2,43

Taula 2.13 Condicions interiors de càlcul del bany 2



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



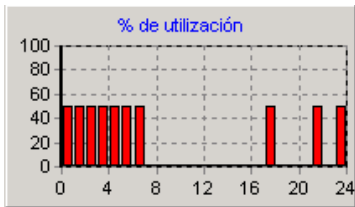
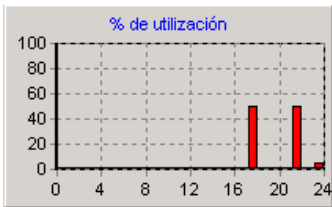
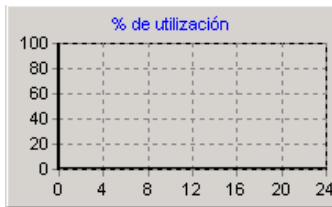
Nom de la dependència	Safareig	
Superfície útil (m²)	6,32	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	15,80	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terratzo	
Nombre màxim de persones	1	
Activitat	De peu treball moderat	
Ventilació (m³/h)	0	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	100	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	2100	
Altres càrregues de calor latent (W)	200	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
		
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroOeste	Mur Exterior	2,71
Muro Oeste	Mur Exterior + Pedra	1,81
MuroSur	Mur Exterior	3,63
VentanaSur	Finestra Climalit	1,26
MuroSur	Mur Exterior + Pedra	3,50
SueloTerr	Sòl al Terreny	6,32
Techo30°Sur	Sostre a l'Exterior	6,32

Taula 2.14 Condicions interiors de càlcul del safareig



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Nom de la dependència	Habitació Doble 1	
Superfície útil (m²)	16,29	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	40,73	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terrazzo	
Nombre màxim de persones	2	
Activitat	Assentat en repòs	
Ventilació (m³/h)	57	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	300	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	0	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
		
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroOeste	Mur Exterior	8,68
MuroSur	Mur Exterior	9,72
VentanaSur	Finestra Climalit	1,57
MuroEste	Mur Exterior + Pedra	2,10
Techo30°SurOeste	Sostre a l'Exterior	16,29
SueloLocal OtraTemp SiKg	Sòl entre Plantes	16,29

Taula 2.15 Condicions interiors de càlcul de l'habitació doble 1



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



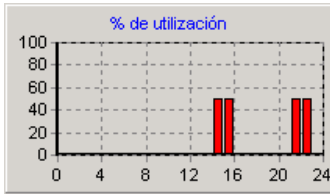
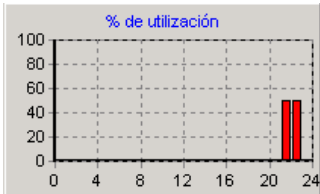
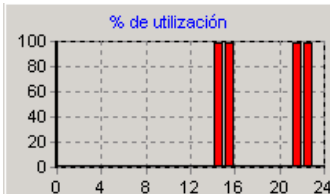
Nom de la dependència	Habitació Doble 2	
Superfície útil (m²)	16,18	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	40,45	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terrazzo	
Nombre màxim de persones	2	
Activitat	Assentat en repòs	
Ventilació (m³/h)	57	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	300	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	300	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroSur	Mur Exterior	9,47
VentanaSur	Mur Exterior	1,57
MuroEste	Finestra Climalit	8,80
MuroOeste	Mur Exterior + Pedra	2,10
Techo30°SurEste	Sostre a l'Exterior	16,18
SueloLocal OtraTemp SiKg	Sòl entre Plantes	16,18

Taula 2.16 Condicions interiors de càlcul de l'habitació doble 2



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Nom de la dependència	Habitació Doble 3	
Superfície útil (m²)	10,35	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	25,88	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terratzo	
Nombre màxim de persones	2	
Activitat	Assentat treball molt lleuger	
Ventilació (m³/h)	57	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	200	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	250	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
		
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroNorte	Mur Exterior	9,60
VentanaNorte	Mur Exterior	1,57
MuroEste	Finestra Climalit	6,13
MuroOeste	Mur Exterior + Pedra	3,08
Techo30°NorEste	Sostre a l'Exterior	10,35
SueloLocal OtraTemp SiKg	Sòl entre Plantes	10,35

Taula 2.17 Condicions interiors de càlcul de l'habitació doble 3



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



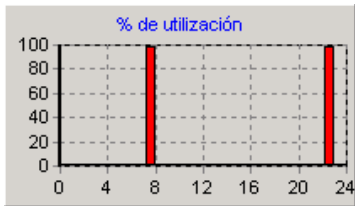
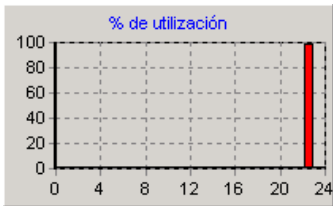
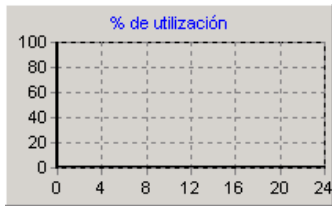
Nom de la dependència	Bany 3	
Superfície útil (m²)	8,35	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	20,88	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terratzo	
Nombre màxim de persones	2	
Activitat	De peu treball molt lleuger	
Ventilació (m³/h)	90	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	270	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	675	
Altres càrregues de calor latent (W)	120	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroOeste	Mur Exterior + Rajola	6,25
MuroNorte	Mur Exterior + Rajola	6,08
VentanaNorte	Finestra Climalit	1,26
Techo30° NorOeste	Sostre a l'Exterior	8,35
SueloLocal OtraTemp SiKg	Sòl entre Plantes	8,35

Taula 2.18 Condicions interiors de càlcul del bany 3



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



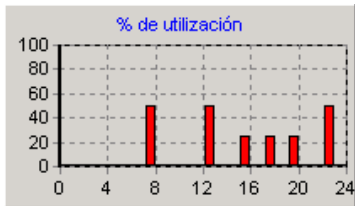
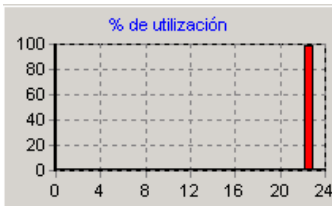
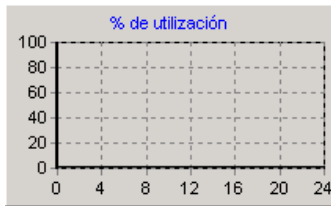
Nom de la dependència	Vestidor	
Superfície útil (m²)	2,28	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	5,7	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terratzo	
Nombre màxim de persones	1	
Activitat	De peu treball molt lleuger	
Ventilació (m³/h)	18	
Il·luminació incandescent (W)	75	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	0	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	0	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
		
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroNorte	Mur Exterior	3,33
VentanaNorte	Finestra Climalit	0,53
MuroEste	Mur Exterior + Pedra	3,08
Techo30° Norte	Sostre a l'Exterior	2,28
SueloLocal OtraTemp SiKg	Sòl entre Plantes	2,28

Taula 2.19 Condicions interiors de càlcul del vestidor



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Nom de la dependència	Passadís	
Superfície útil (m²)	4,19	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	10.48	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terrazzo	
Nombre màxim de persones	4	
Activitat	De peu treball molt lleuger	
Ventilació (m³/h)	0	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	200	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	0	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
		
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroNorte	Mur Exterior	3,35
VentanaNorte	Finestra Climalit	2 x 0,53
Techo30° Norte	Sostre a l'Exterior	4,19
SueloLocal OtraTemp SiKg	Sòl entre Plantes	4,19

Taula 2.20 Condicions interiors de càlcul del passadís



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Nom de la dependència	Escala	
Superfície útil (m²)	5,40	
Alçada útil (m)	2,5	
Volum útil (m³)	13,5	
Condicions interiors	Temperatura seca (°C)	Humitat relativa (%)
Hivern	20	40
Estiu	25	55
Acabat del terra	Paviment/terratzo	
Nombre màxim de persones	2	
Activitat	De peu treball lleuger	
Ventilació (m³/h)	72	
Il·luminació incandescent (W)	0	
Fluorescent amb reactància/halògena (W)	240	
Fluorescent sense reactància (W)	0	
Altres càrregues de calor sensible (W)	0	
Altres càrregues de calor latent (W)	0	
Gràfica ocupació	Gràfica il·luminació	Gràfica altres càrregues
Nom del tancament	Tipus del tancament	Superfície (m²)
MuroSur	Mur Exterior + Pedra	1,95
VentanaSur	Finestra Climalit	2 x 0,53
MuroSur	Mur Exterior	2
Techo30° Sur	Sostre a l'Exterior	5,40
SueloTerr	Sòl al Terreny	5,40

Taula 2.21 Condicions interiors de càlcul de l'escala



2.1.1.3 Resultats

El programa realitza els càlculs i els detalla en documents tabulats. Els resultats que es mostren a continuació són les càrregues tèrmiques de calefacció i refrigeració màximes totals detallades.

Instal·lació de climatització i ACS mitjançant sistema convencional i bomba de calor geotèrmica. Estudi de viabilitat.

Empresa : UdL Autor : Oriol Macarulla i Alberto Vélez Fecha : 22/11/2006

Cargas Térmicas Detalladas del Edificio, de sus Zonas y de sus Locales

Cargas Térmicas de Calefacción Máximas Totales

Ubicación y condiciones del exterior

Localidad : Llérida Altitud: 213 m Latitud: 41.7 °
Oscilación máxima anual (OMA): 40.4 °C
Velocidad del viento 2 m/s Temp. terreno en invierno : 6 °C
Nivel percentil anual : 99.6 % Tª seca : -4.6 °C Humedad relativa : 85 %
Oscilación media diaria (OMD): 7 °C
Materiales Circundantes: Estándar
Turbiedad de la atmósfera: Estándar

Local: Menjador Hora de Cálculo: 6 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 27.9 m² Altura : 2.5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 1.65E4)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 4.2 m² K : 0.42 W/m²°C Tª equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -36 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 2.1 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -190 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -189 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Superfície : 6.79 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -58 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 3.78 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -343 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -342 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro
Superfície : 4.88 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -42 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -142 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superfície : 4.6 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -37 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Oscuro
Superfície : 3.97 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -32 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 27.9 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -754 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 27.9 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 2 W

Ventilación: 72 m³/h

C. Latente : -217 W C. Sensible : -589 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 133 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -11 W C. Sensible : -105 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : -228 W C. Sensible : -2191 W

Factor de calor sensible = 0.9 **Calor Total = -2419 W**

Ratio Total : -87 W/m² Ratio Sensible : -79 W/m²

Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 3287 m³/h



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Local: Cuina Hora de Càlculo: 6 Mes de Càlculo: FEB

Superfície : 11.17 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 3.04E4)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 1.8 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -14 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 2.7 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.3377 °C

C. Sensible : -22 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 3.48 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.3377 °C

C. Sensible : -29 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -114 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 3.4 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -28 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 11.17 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -301 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 9.92 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 0.04637 °C

C. Sensible : -73 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 1.25 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 29 m³/h

C. Latente : -87 W C. Sensible : -237 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 49 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -5 W C. Sensible : -39 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**SUMA TOTAL:**

C. Latente : -92 W C. Sensible : -808 W
Factor de calor sensible = 0.89 **Calor Total = -900 W**
Ratio Total : -81 W/m² Ratio Sensible : -72 W/m²
Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 1212 m³/h

Local: Rebedor Hora de Cálculo: 6 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 4.73 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 4.73 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -127 W**Puerta:**

Nombre: Porta entrada Superficie total : 3.15 m² K equiv.: 2.69 W/m²°C Orient.: Norte
Superficie cristal : 0.57 m² Radiación transmitida puerta : 0 W/m² SC : 0.87
C Sen. cond.: -208 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -208 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 3 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 9.327 °C

C. Sensible : -66 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 1.995 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 7 m³/h****C. Latente : -21 W C. Sensible : -57 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 27 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -2 W C. Sensible : -22 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : -23 W C. Sensible : -453 W
Factor de calor sensible = 0.95 **Calor Total = -476 W**
Ratio Total : -101 W/m² Ratio Sensible : -96 W/m²
Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 680 m³/h

Local: Hab. Matrimonio Hora de Cálculo: 6 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 15.46 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m2) (latente 0 W/m2) (Ratio max. personas/m2 : 2.26E4)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m2 Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.23 m2 K : 0.42 W/m2°C Tª equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -27 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m2 K : 3.7 W/m2°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -142 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.5 m2 K : 0.41 W/m2°C Tª equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -28 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m2 Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.63 m2 K : 0.42 W/m2°C Tª equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -57 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 4.42 m2 K : 0.41 W/m2°C Tª equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -36 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m2
Superficie : 15.46 m2 K : 1.93 W/m2°C Tª terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -417 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m2
Superficie: 15.465 m2 K : 2.074 W/m2°C Tª equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 40 m3/h****C. Latente : -120 W C. Sensible : -327 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 62 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -6 W C. Sensible : -49 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : -126 W C. Sensible : -1021 W

Factor de calor sensible = 0.89 **Calor Total = -1147 W**

Ratio Total : -74 W/m2 Ratio Sensible : -66 W/m2

Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 1532 m3/h



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Local: Bany 1 Hora de Càlculo: 6 Mes de Càlculo: FEB

Superfície : 5.44 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 6.43E4)

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Oeste
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -48 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -14 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -14 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 5.44 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -147 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 5.44 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W

Ventanas:

Nombre: Claraboya Superficie: 0 m² K : 4.3 W/m²°C Orient.: Horizontal Sol
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.829
C Sen. cond.: 0 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 14 m³/h

C. Latente : -42 W C. Sensible : -114 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 20 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -3 W C. Sensible : -16 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : -45 W C. Sensible : -333 W

Factor de calor sensible = 0.88 **Calor Total = -378 W**

Ratio Total : -69 W/m² Ratio Sensible : -61 W/m²

Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 500 m³/h



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Local: Bany 2 Hora de Càlculo: 6 Mes de Càlculo: FEB

Superfície : 2.43 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 4.12E4)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+Mur ext 1 Peso : 369.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 0.82 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : -13.65 °C

C. Sensible : -11 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.525 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -47 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -47 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+mur piedra Peso : 889.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 1 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : -9.271 °C

C. Sensible : -11 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 2.43 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -65 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.43 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -18 W C. Sensible : -49 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 10 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -1 W C. Sensible : -9 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : -19 W C. Sensible : -182 W

Factor de calor sensible = 0.9 **Calor Total = -201 W**

Ratio Total : -83 W/m² Ratio Sensible : -75 W/m²

Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 273 m³/h

Local: Safareig Hora de Càlculo: 7 Mes de Càlculo: FEB

Superfície : 6.32 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 5.54E4)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 2.71 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -23 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 1.81 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -14 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 3.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -31 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -113 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -28 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m² T^a terreno : 5.994 °C
Superficie : 6.32 m² K : 1.93 W/m²°C

C. Sensible : -170 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 6.32 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -47 W**Ventilación: 16 m³/h****C. Latente : -48 W C. Sensible : -131 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 33 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -3 W C. Sensible : -27 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : -51 W C. Sensible : -551 W

Factor de calor sensible = 0.91 **Calor Total = -602 W**Ratio Total : -95 W/m² Ratio Sensible : -87 W/m²Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 827 m³/h**Local: Escala Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB**Superficie : 5.4 m² Altura : 0 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
Superficie : 1.95 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.2592 °C

C. Sensible : -16 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : -96 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -17 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 5.4 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -40 W**Ventilación: 27 m³/h****C. Latente : -81 W C. Sensible : -221 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 23 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -5 W C. Sensible : -19 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : -86 W C. Sensible : -386 W

Factor de calor sensible = 0.81 **Calor Total = -472 W**Ratio Total : -87 W/m² Ratio Sensible : -71 W/m²Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 579 m³/h**Local: Hab. Doble 1 Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB**

Superficie : 16.29 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 2.89E4)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 8.68 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -75 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 9.725 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -84 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -17 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurOeste Color : Medio
Superficie : 16.29 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -121 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 16.29 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 1 W**Ventilación: 41 m³/h****C. Latente : -123 W C. Sensible : -335 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 46 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -7 W C. Sensible : -37 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : -130 W C. Sensible : -763 W

Factor de calor sensible = 0.85 **Calor Total = -893 W**Ratio Total : -55 W/m² Ratio Sensible : -47 W/m²Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 1145 m³/h**Local: Hab. Doble 2 Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB**

Superficie : 16.18 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 2.84E4)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 9.47 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -82 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 8.8 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -76 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -17 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurEste Color : Medio
Superficie : 16.18 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -120 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 16.18 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 41 m³/h****C. Latente : -123 W C. Sensible : -335 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 46 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -7 W C. Sensible : -37 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : -130 W C. Sensible : -762 W

Factor de calor sensible = 0.85 **Calor Total = -892 W**Ratio Total : -55 W/m² Ratio Sensible : -47 W/m²Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 1143 m³/h**Local: Hab. Doble 3 Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB**

Superficie : 10.35 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 9.6 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -83 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 6.13 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -53 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -25 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorEste Color : Medio
Superficie : 10.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -77 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 10.35 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 26 m³/h****C. Latente : -78 W C. Sensible : -213 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 35 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : -4 W C. Sensible : -28 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : -82 W C. Sensible : -585 W

Factor de calor sensible = 0.87 **Calor Total = -667 W**Ratio Total : -64 W/m² Ratio Sensible : -57 W/m²Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 878 m³/h**Local: Bany 3 Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB**

Superficie : 8.35 m² Altura : 2.5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -113 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 6.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.3719 °C

C. Sensible : -50 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.25 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -54 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorOeste Color : Medio
Superficie : 8.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -62 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 8.35 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 21 m³/h

C. Latente : -63 W C. Sensible : -172 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 27 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -4 W C. Sensible : -22 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : -67 W C. Sensible : -446 W

Factor de calor sensible = 0.86 **Calor Total = -513 W**

Ratio Total : -61 W/m² Ratio Sensible : -53 W/m²

Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 669 m³/h

Local: Vestidor Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 2.28 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 7.02E4)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.33 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -29 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -48 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -25 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 2.28 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.23 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -18 W C. Sensible : -49 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 10 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -1 W C. Sensible : -8 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : -19 W C. Sensible : -166 W

Factor de calor sensible = 0.89 **Calor Total = -185 W**

Ratio Total : -81 W/m² Ratio Sensible : -73 W/m²

Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 249 m³/h

Local: Passadís Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 4.19 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 % W : 0.0057962 kg/kg a.s.

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.35 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -27 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : -96 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 4.19 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -31 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 4.19 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 11 m³/h

C. Latente : -33 W C. Sensible : -90 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 14 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -2 W C. Sensible : -12 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : -35 W C. Sensible : -242 W

Factor de calor sensible = 0.87 **Calor Total = -277 W**

Ratio Total : -66 W/m² Ratio Sensible : -58 W/m²

Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 363 m³/h

Zona: Planta Baixa Hora de Cálculo: 6 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 78.85 m² AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : -4.572 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6

Local: Menjador

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 4.2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -36 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 2.1 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -190 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -189 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro
Superficie : 6.79 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -58 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 3.78 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -343 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -342 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro

Superfície : 4.88 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -42 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra

Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52

C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -142 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro

Superfície : 4.6 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -37 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Oscuro

Superfície : 3.97 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -32 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²

Superfície : 27.9 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -754 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²

Superfície: 27.9 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 2 W

Ventilación: 72 m³/h

C. Latente : -217 W C. Sensible : -589 W

Local: Cuina

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro

Superfície : 1.8 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -14 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro

Superfície : 2.7 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.3377 °C

C. Sensible : -22 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro

Superfície : 3.48 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.3377 °C

C. Sensible : -29 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52

C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -114 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 3.4 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -28 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 11.17 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -301 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 9.92 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 0.04637 °C

C. Sensible : -73 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 1.25 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 29 m³/h****C. Latente : -87 W C. Sensible : -237 W****Local: Rebedor**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %
Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 4.73 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -127 W**Puerta:**

Nombre: Porta entrada Superficie total : 3.15 m² K equiv.: 2.69 W/m²°C Orient.: Norte
Superficie cristal : 0.57 m² Radiación transmitida puerta : 0 W/m² SC : 0.87
C Sen. cond.: -208 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -208 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 3 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 9.327 °C

C. Sensible : -66 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 1.995 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 7 m³/h****C. Latente : -21 W C. Sensible : -57 W****Local: Hab. Matrimoni**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.23 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -27 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -142 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -28 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -57 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 4.42 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -36 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 15.46 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -417 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 15.465 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 40 m³/h****C. Latente : -120 W C. Sensible : -327 W****Local: Bany 1**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Oeste
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -48 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -14 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -14 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 5.44 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -147 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 5.44 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W**Ventanas:**

Nombre: Claraboya Superficie: 0 m² K : 4.3 W/m²°C Orient.: Horizontal Sol
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.829
C Sen. cond.: 0 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 14 m³/h****C. Latente : -42 W C. Sensible : -114 W****Local: Bany 2**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+Mur ext 1 Peso : 369.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 0.82 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : -13.65 °C

C. Sensible : -11 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.525 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -47 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -47 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Rajola+mur piedra Peso : 889.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 1 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : -9.271 °C

C. Sensible : -11 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 2.43 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -65 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.43 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 6 m³/h****C. Latente : -18 W C. Sensible : -49 W****Local: Safareig**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 2.71 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -23 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 1.81 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -14 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 3.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -31 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -113 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superfície : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1053 °C

C. Sensible : -28 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 6.32 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -170 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superfície : 6.32 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 0.04637 °C

C. Sensible : -46 W

Ventilación: 16 m³/h

C. Latente : -48 W C. Sensible : -131 W

Local: Escala

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
Superfície : 1.95 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.2215 °C

C. Sensible : -16 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : -96 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.5136 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superfície : 5.4 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 0.04637 °C

C. Sensible : -39 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Ventilación: 27 m³/h

C. Latente : -81 W C. Sensible : -221 W

Propia Instalación Zona: Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 359 W

Mayoración Zona: Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -32 W C. Sensible : -282 W

Suma :

C. Latente : -666 W C. Sensible : -5917 W

Factor de calor sensible = 0.89 **Calor Total = -6583 W**

Ratio Total : -83 W/m² Ratio Sensible : -75 W/m²

Equipo zona sin toma de aire exterior Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 8887 m³/h

Zona: Primera Planta Hora de Cálculo: 7 Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 57.64 m² AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6

Local: Hab. Doble 1

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro

Superficie : 8.68 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -75 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro

Superficie : 9.725 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -84 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52

C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro

Superficie : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurOeste Color : Medio

Superficie : 16.29 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -121 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície: 16.29 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 1 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -123 W C. Sensible : -335 W

Local: Hab. Doble 2

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 9.47 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -82 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 8.8 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -76 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurEste Color : Medio
Superficie : 16.18 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -120 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 16.18 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -123 W C. Sensible : -335 W

Local: Hab. Doble 3

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 9.6 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -83 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52

C Sen. cond.: -142 W

C Sen. inst. rad.: 1 W

C Sen. almac. rad.: 0 W

C. Sensible : -141 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 6.13 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -53 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -25 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorEste Color : Medio
Superficie : 10.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -77 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 10.35 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 26 m³/h****C. Latente : -78 W C. Sensible : -213 W****Local: Bany 3**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad.: 0 W C Sen. almac. rad.: 1 W

C. Sensible : -113 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 6.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.3719 °C

C. Sensible : -50 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.25 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -54 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorOeste Color : Medio
Superficie : 8.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -62 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 8.35 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Ventilación: 21 m³/h
C. Latente : -63 W C. Sensible : -172 W

Local: Vestidor

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.33 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -29 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -48 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -25 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 2.28 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.23 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 6 m³/h
C. Latente : -18 W C. Sensible : -49 W

Local: Passadís

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.35 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -27 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : -96 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 4.19 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -31 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 4.19 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 11 m³/h

C. Latente : -33 W C. Sensible : -90 W

Propia Instalación Zona: Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 179 W

Mayoración Zona: Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -22 W C. Sensible : -141 W

Suma :

C. Latente : -460 W C. Sensible : -2960 W

Factor de calor sensible = 0.86 **Calor Total = -3420 W**

Ratio Total : -59 W/m² Ratio Sensible : -51 W/m²

Equipo zona sin toma de aire exterior Temp. Impul. : 22 °C Caudal Impul. : 4447 m³/h

Edificio

Hora de Cálculo: 7

Mes de Cálculo: FEB

Superficie : 136.49 m²

Condiciones exteriores Ts : -4.575 °C Hr : 85 % W : 0.0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6

Zona: Planta Baixa**Local: Menjador**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 4.2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -36 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 2.1 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -190 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -189 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro
Superficie : 6.79 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -59 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 3.78 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52

C Sen. cond.: -343 W

C Sen. inst. rad. : 3 W

C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -339 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1

Peso : 329.4 Kg/m²

Orientación : Sombra

Color : Claro

Superficie : 4.88 m²K : 0.42 W/m²°CT^a equivalente : -0.7903 °C**C. Sensible : -42 W****Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit

Superficie: 1.57 m²K : 3.7 W/m²°C

Orient.: Sombra

Radiación transmitida ventana : 2 W/m²

Fracción Soleada : 0 %

SC : 0.52

C Sen. cond.: -142 W

C Sen. inst. rad. : 1 W

C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra

Peso : 857.4 Kg/m²

Orientación : Sur

Color : Oscuro

Superficie : 4.6 m²K : 0.41 W/m²°CT^a equivalente : -0.1465 °C**C. Sensible : -37 W****Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra

Peso : 857.4 Kg/m²

Orientación : Sombra

Color : Oscuro

Superficie : 3.97 m²K : 0.41 W/m²°CT^a equivalente : -0.1465 °C**C. Sensible : -32 W**Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²Superficie : 27.9 m²K : 1.93 W/m²°CT^a terreno : 5.994 °C**C. Sensible : -754 W****Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes

Peso : 388 Kg/m²Superficie: 27.9 m²K : 2.07 W/m²°CT^a equivalente : 20.04 °C**C. Sensible : 2 W****Ventilación: 72 m³/h****C. Latente : -217 W C. Sensible : -589 W****Local: Cuina**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra

Peso : 857.4 Kg/m²

Orientación : Este

Color : Oscuro

Superficie : 1.8 m²K : 0.41 W/m²°CT^a equivalente : -0.1465 °C**C. Sensible : -14 W****Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra

Peso : 857.4 Kg/m²

Orientación : Este

Color : Claro

Superficie : 2.7 m²K : 0.41 W/m²°CT^a equivalente : -0.3719 °C**C. Sensible : -22 W****Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra

Peso : 857.4 Kg/m²

Orientación : Sur

Color : Claro

Superficie : 3.48 m²K : 0.41 W/m²°CT^a equivalente : -0.3719 °C**C. Sensible : -29 W**



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -113 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 3.4 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -28 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 11.17 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -301 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 9.92 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -73 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 1.25 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 29 m³/h

C. Latente : -87 W C. Sensible : -237 W

Local: Rebedor

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %
Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 4.73 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -127 W

Puerta:

Nombre: Porta entrada Superficie total : 3.15 m² K equiv.: 2.69 W/m²°C Orient.: Norte
Superficie cristal : 0.57 m² Radiación transmitida puerta : 2 W/m² SC : 0.87
C Sen. cond.: -207 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -207 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 3 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 9.134 °C

C. Sensible : -67 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 1.995 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 7 m³/h

C. Latente : -21 W C. Sensible : -57 W

Local: Hab. Matrimoni

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.23 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -28 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -28 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -57 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 4.42 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -36 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m² T^a terreno : 5.994 °C
Superficie : 15.46 m² K : 1.93 W/m²°C

C. Sensible : -417 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 15.465 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 40 m³/h****C. Latente : -120 W C. Sensible : -327 W****Local: Bany 1**

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Oeste
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -48 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -14 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -14 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 5.44 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -147 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 5.44 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W

Ventanas:

Nombre: Claraboya Superfície: 0 m² K : 4.3 W/m²°C Orient.: Horizontal Sol
Radiación transmitida ventana : 4 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.829
C Sen. cond.: 0 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 14 m³/h

C. Latente : -42 W C. Sensible : -114 W

Local: Bany 2

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre: Rajola+Mur ext 1 Peso : 369.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superfície : 0.82 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : -13.84 °C

C. Sensible : -11 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 0.525 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -47 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -47 W

Cerramientos al exterior:

Nombre: Rajola+mur piedra Peso : 889.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superfície : 1 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : -9.221 °C

C. Sensible : -11 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 2.43 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -65 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 2.43 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -18 W C. Sensible : -49 W

Local: Safareig

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 2.71 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -23 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 1.81 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -14 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 3.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -31 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -113 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -28 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 6.32 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 5.994 °C

C. Sensible : -170 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 6.32 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -47 W**Ventilación: 16 m³/h****C. Latente : -48 W C. Sensible : -131 W****Local: Escala**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
Superficie : 1.95 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.2592 °C

C. Sensible : -16 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : -96 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Superfície : 2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superfície : 5.4 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -40 W

Ventilación: 27 m³/h

C. Latente : -81 W C. Sensible : -221 W

Zona: Primera Planta

Local: Hab. Doble 1

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superfície : 8.68 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -75 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 9.725 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -84 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superfície : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurOeste Color : Medio
Superfície : 16.29 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -121 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 16.29 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 1 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -123 W C. Sensible : -335 W

Local: Hab. Doble 2

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 9.47 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -82 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superfície : 8.8 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -76 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superfície : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurEste Color : Medio
Superfície : 16.18 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -120 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 16.18 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -123 W C. Sensible : -335 W

Local: Hab. Doble 3

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superfície : 9.6 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -83 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: -142 W C Sen. inst. rad. : 1 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -141 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superfície : 6.13 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -53 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superfície : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -25 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorEste Color : Medio
Superficie : 10.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -77 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 10.35 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 26 m³/h****C. Latente : -78 W C. Sensible : -213 W****Local: Bany 3**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -114 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -113 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 6.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.3719 °C

C. Sensible : -50 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.25 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -54 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorOeste Color : Medio
Superficie : 8.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -62 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 8.35 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 21 m³/h****C. Latente : -63 W C. Sensible : -172 W****Local: Vestidor**

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.33 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : -0.7903 °C

C. Sensible : -29 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -48 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -25 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 2.28 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -17 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.23 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 20.04 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -18 W C. Sensible : -49 W

Local: Passadís

Condiciones interiores T_s : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.35 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : -0.1465 °C

C. Sensible : -27 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 2 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: -48 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : -96 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 4.19 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : -0.1577 °C

C. Sensible : -31 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 4.19 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 11 m³/h

C. Latente : -33 W C. Sensible : -90 W

Propia Instalación Edificio : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 539 W

Mayoración Edificio : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -54 W C. Sensible : -423 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**SUMA:**

C. Latente: -1126 W C. Sensible: -8874 W
Factor de calor sensible = 0.88 **Calor Total = -10000 W**
Ratio Total : -73 W/m² Ratio Sensible : -65 W/m²

**Instal·lació de climatització i ACS mitjançant sistema
convencional i bomba de calor geotèrmica. Estudi
de viabilitat.**

Empresa : UdL Autor : Oriol Macarulla i Alberto Vélez Fecha : 22/11/2006

Cargas Térmicas Detalladas del Edificio, de sus Zonas y de sus Locales

Cargas Térmicas de Refrigeración Máximas Totales

Ubicación y condiciones del exterior

Localidad : Lérida Altitud: 213 m Latitud: 41.7 °
Oscilación máxima anual (OMA): 40.4 °C Velocidad del viento 2 m/s Temp. terreno en invierno : 6 °C
Nivel percentil anual : 0.4 % T^a seca : 35.8 °C T^a húmeda : 20.6 °C Oscilación media diaria (OMD): 14 °C
Materiales Circundantes: Estándar
Turbiedad de la atmósfera: Estándar

Local: Menjador Hora de Cálculo: 14 Mes de Cálculo: AGO

Superficie : 27.9 m² Altura : 2.5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 35.8 °C Hr : 25 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 19 °C Hr : 55 % W : 0.0075097 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 18.3 W/m²) (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 3.58 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.2509)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 4.2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 32.29 °C

C. Sensible : 23 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 2.1 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 303 W/m² Fracción Soleada : 83 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 130 W C Sen. inst. rad. : 203 W C Sen. almac. rad. : 77 W

C. Sensible : 410 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 6.79 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 29.34 °C

C. Sensible : 29 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 3.78 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 134 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 234 W C Sen. inst. rad. : 162 W C Sen. almac. rad. : 58 W

C. Sensible : 454 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro
Superfície : 4.88 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 29.34 °C

C. Sensible : 21 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 134 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 97 W C Sen. inst. rad. : 67 W C Sen. almac. rad. : 24 W

C. Sensible : 188 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superfície : 4.6 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 36 °C

C. Sensible : 32 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Oscuro
Superfície : 3.97 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 31.68 °C

C. Sensible : 20 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 27.9 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 484 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 27.9 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 349 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 7 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
Distribución : Menjador
C Sen. inst. : 79 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 36 W

C. Latente : 36 W C. Sensible : 81 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 510 W Potencia en ese instante : 0 W
Distribución : Comedor
C Sen. almacenado : 1 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 1 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 100 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Distribución : Tele



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



C. Latente : 0 W C. Sensible : 100 W
Ventilación: 72 m3/h

C. Latente : 89 W C. Sensible : 403 W
Propia instalación : Porcentaje 6 (%)
C. Latente : 0 W C. Sensible : 155 W
Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)
C. Latente : 6 W C. Sensible : 137 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : 131 W C. Sensible : 2887 W
Factor de calor sensible = 0.95 **Calor Total = 3018 W**
Ratio Total : 108 W/m2 Ratio Sensible : 103 W/m2
Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 0 m3/h

ATENCION : El caudal de ventilación es mayor que el de impulsión, modificar la temperatura de impulsión

Local: Cuina Hora de Cálculo: 13 Mes de Cálculo: AGO

Superficie : 11.17 m2 Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 35.35 °C Hr : 25 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 22 °C Hr : 55 % W : 0.0090591 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m2) (fluor.con reactancia 17.9 W/m2) (fluor.sin rectancia 0 W/m2)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 89.5 W/m2) (latente 22.4 W/m2) (Ratio max. personas/m2 : 0.44763)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 1.8 m2 K : 0.41 W/m2°C Tª equivalente : 35.76 °C

C. Sensible : 10 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 2.7 m2 K : 0.41 W/m2°C Tª equivalente : 33.34 °C

C. Sensible : 12 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 3.48 m2 K : 0.41 W/m2°C Tª equivalente : 33.6 °C

C. Sensible : 16 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m2 K : 3.7 W/m2°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 374 W/m2 Fracción Soleada : 87 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 62 W C Sen. inst. rad. : 150 W C Sen. almac. rad. : 42 W

C. Sensible : 254 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 3.4 m2 K : 0.41 W/m2°C Tª equivalente : 36.15 °C

C. Sensible : 19 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 11.17 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 129 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superfície : 9.92 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 34.52 °C

C. Sensible : 45 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 1.25 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 7 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Nº en ese instante : 4 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Distribución : Cuina
C Sen. inst. : 302 W C Sen. almac. : 15 W C Lat. inst. : 248 W

C. Latente : 248 W C. Sensible : 317 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 0 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 1000 W Potencia Latente Máxima : 250 W
Distribución : maq Cuina

C. Latente : 122 W C. Sensible : 490 W

Ventilación: 29 m³/h

C. Latente : -1 W C. Sensible : 129 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 85 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 18 W C. Sensible : 75 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : 387 W C. Sensible : 1588 W

Factor de calor sensible = 0.8 **Calor Total = 1975 W**

Ratio Total : 177 W/m² Ratio Sensible : 142 W/m²

Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 2382 m³/h

Local: Rebedor Hora de Cálculo: 15 Mes de Cálculo: JUL

Superfície : 4.73 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 35.45 °C Hr : 25 % W : 0.0089274 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 22 °C Hr : 55 % W : 0.0090591 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 63.4 W/m²) (fluor.sin rectancia



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.84567)

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²

Superfície : 4.73 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 54 W

Puerta:

Nombre: Porta entrada Superfície total : 3.15 m² K equiv.: 2.69 W/m²°C Orient.: Norte

Superfície cristal : 0.57 m² Radiación transmitida puerta : 128 W/m² SC : 0.87

C Sen. cond.: 153 W C Sen. inst. rad. : 19 W C Sen. almac. rad. : 29 W

C. Sensible : 201 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²

Superfície: 3 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 24.93 °C

C. Sensible : 18 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²

Superfície: 1.995 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 12 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Nº en ese instante : 0 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met

Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W

Distribución : Rebedor

C Sen. inst. : 15 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 12 W

C. Latente : 12 W C. Sensible : 15 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 7 m³/h

C. Latente : 0 W C. Sensible : 31 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 19 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 17 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : 12 W C. Sensible : 367 W

Factor de calor sensible = 0.96 **Calor Total = 379 W**

Ratio Total : 80 W/m² Ratio Sensible : 78 W/m²

Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 550 m³/h



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Local: Hab. Matrimoni Hora de Càlculo: 24 Mes de Càlculo: AGO

Superfície : 15.46 m² Altura : 2.5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 25.59 °C Hr : 44 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 19 °C Hr : 55 % W : 0.0075097 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 12.9 W/m²) (fluor.sin rectancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 12.9 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.19405)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.23 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 34.32 °C

C. Sensible : 20 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 38 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 8 W

C. Sensible : 46 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 33.57 °C

C. Sensible : 20 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.15 °C

C. Sensible : 56 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 4.42 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.52 °C

C. Sensible : 35 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 15.46 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 268 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 15.465 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 192 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 3 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
Distribución : Hab. Matrimoni
C Sen. inst. : 169 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 78 W

C. Latente : 78 W C. Sensible : 171 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W
Potencia en ese instante : 20 W
Distribución : variable

C Sen. almacenado : 17 W C Sen. instantaneo : 17 W

C. Sensible : 34 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 200 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 200 W

Ventilación: 40 m3/h

C. Latente : 49 W C. Sensible : 87 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 67 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 6 W C. Sensible : 59 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : 133 W C. Sensible : 1255 W

Factor de calor sensible = 0.9 **Calor Total = 1388 W**

Ratio Total : 90 W/m2 Ratio Sensible : 81 W/m2

Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 0 m3/h

ATENCION : El caudal de ventilación es mayor que el de impulsión, modificar la temperatura de impulsión

Local: Bany 1 Hora de Cálculo: 11 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 5.44 m2 Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 32.31 °C Hr : 30 % W : 0.0089274 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28

Condiciones interiores Ts : 40 °C Hr : 55 % W : 0.025968 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m2) (fluor.con reactancia 38.6 W/m2) (fluor.sin rectancia 0 W/m2)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 124 W/m2) (latente 22.1 W/m2) (Ratio max. personas/m2 : 0.36765)

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m2 K : 3.7 W/m2°C Orient.: Oeste

Radiación transmitida ventana : 149 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53

C Sen. cond.: -15 W C Sen. inst. rad. : 12 W C Sen. almac. rad. : 15 W

C. Sensible : 12 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m2 Orientación : Oeste Color : Claro

Superficie : 1.65 m2 K : 0.42 W/m2°C Tª equivalente : 30.56 °C

C. Sensible : -6 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m2 Orientación : Oeste Color : Claro

Superficie : 1.65 m2 K : 0.42 W/m2°C Tª equivalente : 30.56 °C

C. Sensible : -6 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m2



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 5.44 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -126 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 5.44 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : -168 W

Ventanas:

Nombre: Claraboya Superfície: 0 m² K : 4.3 W/m²°C Orient.: Horizontal Sol
Radiación transmitida ventana : 763 W/m² Fracción Soleada : 100 % SC : 0.829
C Sen. cond.: 0 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 119 W Calor latente por persona : 46 W
Distribución : Bany1
C Sen. inst. : 174 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 92 W

C. Latente : 92 W C. Sensible : 175 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 210 W Potencia en ese instante : 151 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 131 W

C. Sensible : 132 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W
Distribución : Bany1

C. Latente : 120 W C. Sensible : 675 W

Ventilación: 14 m³/h

C. Latente : -198 W C. Sensible : -35 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 39 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 34 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : 14 W C. Sensible : 726 W

Factor de calor sensible = 0.98 **Calor Total = 740 W**

Ratio Total : 136 W/m² Ratio Sensible : 133 W/m²

Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 108 m³/h

Local: Bany 2 Hora de Cálculo: 23 Mes de Cálculo: JUL

Superfície : 2.43 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 26.21 °C Hr : 42 % W : 0.0089274 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 40 °C Hr : 55 % W : 0.025968 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 24.7 W/m²) (fluor.sin rectancia



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



0 W/m²)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.41152)

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+Mur ext 1 Peso : 369.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 0.82 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : 728.5 °C

C. Sensible : 225 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.525 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -26 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 6 W

C. Sensible : -20 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+mur piedra Peso : 889.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 1 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : 771.2 °C

C. Sensible : 292 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 2.43 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -56 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.43 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : -75 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Nº en ese instante : 1 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie sin mov. 1.08 Met
Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30 W
Distribución : Bany 2
C Sen. inst. : 69 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 30 W

C. Latente : 30 W C. Sensible : 69 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 60 W Potencia en ese instante : 60 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 52 W

C. Sensible : 52 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -85 W C. Sensible : -27 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 27 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : -3 W C. Sensible : 24 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : -58 W C. Sensible : 511 W

Factor de calor sensible = 1.12 **Calor Total = 453 W**

Ratio Total : 186 W/m² Ratio Sensible : 210 W/m²



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 76 m3/h

Local: Safareig Hora de Càlculo: 16 Mes de Càlculo: AGO

Superfície : 6.32 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 35.22 °C Hr : 25 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 35 °C Hr : 55 % W : 0.019599 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 15.8 W/m²) (fluor.sin rectancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 119 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.31646)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 2.71 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 32.37 °C

C. Sensible : -2 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 1.81 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 35.46 °C

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 3.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 35.27 °C

C. Sensible : 0 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 109 W/m² Fracción Soleada : 28 % SC : 0.53
C Sen. cond.: 1 W C Sen. inst. rad. : 22 W C Sen. almac. rad. : 74 W

C. Sensible : 97 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 36.19 °C

C. Sensible : 1 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 6.32 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -85 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 6.32 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 37.92 °C

C. Sensible : 6 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo moderado 1.97 Met
Calor sensible por persona : 116 W Calor latente por persona : 111 W
Distribución : Safareig
C Sen. inst. : 170 W C Sen. almac. : 5 W C Lat. inst. : 222 W

C. Latente : 222 W C. Sensible : 175 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 100 W Potencia en ese instante : 0 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 750 W Potencia Latente Máxima : 0 W

Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 750 W**Ventilación: 16 m3/h****C. Latente : -141 W C. Sensible : 1 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 56 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 4 W C. Sensible : 49 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : 85 W C. Sensible : 1048 W

Factor de calor sensible = 0.92 **Calor Total = 1133 W**

Ratio Total : 179 W/m2 Ratio Sensible : 166 W/m2

Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 209 m3/h

Local: Escala Hora de Cálculo: 13 Mes de Cálculo: SEP

Superficie : 5.4 m2 Altura : 0 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 33.78 °C Hr : 26 % W : 0.0084216 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 25.1

Condiciones interiores Ts : 30 °C Hr : 55 % W : 0.014673 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m2) (fluor.con reactancia 44.4 W/m2) (fluor.sin rectancia 0 W/m2)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m2) (latente 0 W/m2) (Ratio max. personas/m2 : 0.74074)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Medio

Superficie : 1.95 m2 K : 0.41 W/m2°C Tª equivalente : 34.23 °C

C. Sensible : 3 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m2 K : 3.7 W/m2°C Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 432 W/m2 Fracción Soleada : 78 % SC : 0.83

C Sen. cond.: 7 W C Sen. inst. rad. : 57 W C Sen. almac. rad. : 57 W

Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 242 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Claro

Superficie : 2 m2 K : 0.42 W/m2°C Tª equivalente : 30.09 °C

C. Sensible : 0 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 5.4 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 31.91 °C

C. Sensible : 3 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 4 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 89 W Calor latente por persona : 121 W
Distribución : variable
C Sen. inst. : 130 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 242 W

C. Latente : 242 W C. Sensible : 133 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 240 W Potencia en ese instante : 0 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W**Ventilación: 27 m³/h****C. Latente : -140 W C. Sensible : 34 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 24 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 5 W C. Sensible : 21 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : 107 W C. Sensible : 460 W

Factor de calor sensible = 0.81 **Calor Total = 567 W**Ratio Total : 105 W/m² Ratio Sensible : 85 W/m²Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 138 m³/h**Local: Hab. Doble 1 Hora de Cálculo: 18 Mes de Cálculo: AGO**

Superficie : 16.29 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 33.58 °C Hr : 28 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 22 °C Hr : 55 % W : 0.0090591 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 18.4 W/m²) (fluor.sin rectancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 18.4 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.18416)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 8.68 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 35.32 °C

C. Sensible : 48 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 9.725 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 38.03 °C

C. Sensible : 65 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 28 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 67 W C Sen. inst. rad. : 14 W C Sen. almac. rad. : 38 W

C. Sensible : 119 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 37.19 °C

C. Sensible : 13 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurOeste Color : Medio
Superficie : 16.29 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 39.84 °C

C. Sensible : 107 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 16.29 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 102 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Distribución : variable
C Sen. inst. : 113 W C Sen. almac. : 3 W C Lat. inst. : 93 W

C. Latente : 93 W C. Sensible : 116 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 150 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 130 W

C. Sensible : 130 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 150 W**Ventilación: 41 m³/h****C. Latente : -1 W C. Sensible : 158 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 60 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 4 W C. Sensible : 53 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : 96 W C. Sensible : 1121 W

Factor de calor sensible = 0.92 **Calor Total = 1217 W**Ratio Total : 75 W/m² Ratio Sensible : 69 W/m²Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 1681 m³/h



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Local: Hab. Doble 2 Hora de Cálculo: 18 Mes de Cálculo: AGO

Superficie : 16.18 m² Altura : 2.5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 33.58 °C Hr : 28 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 22 °C Hr : 55 % W : 0.0090591 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 18.5 W/m²) (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 18.5 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.18541)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 9.47 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 38.03 °C

C. Sensible : 63 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 28 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 67 W C Sen. inst. rad. : 14 W C Sen. almac. rad. : 38 W

C. Sensible : 119 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 8.8 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 37.19 °C

C. Sensible : 56 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 35.65 °C

C. Sensible : 11 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurEste Color : Medio
Superficie : 16.18 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 41.51 °C

C. Sensible : 116 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 16.18 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 100 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Distribución : variable
C Sen. inst. : 113 W C Sen. almac. : 3 W C Lat. inst. : 93 W

C. Latente : 93 W C. Sensible : 116 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 150 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 130 W

C. Sensible : 130 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 150 W**Ventilación: 41 m3/h****C. Latente : -1 W C. Sensible : 158 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 61 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 4 W C. Sensible : 54 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : 96 W C. Sensible : 1134 W

Factor de calor sensible = 0.92 **Calor Total = 1230 W**

Ratio Total : 76 W/m2 Ratio Sensible : 70 W/m2

Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 1701 m3/h

Local: Hab. Doble 3 Hora de Cálculo: 22 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 10.35 m2 Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo

Condiciones exteriores Ts : 27.66 °C Hr : 39 % W : 0.0089274 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28

Condiciones interiores Ts : 22 °C Hr : 55 % W : 0.0090591 kg/kg a.s.

Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m2) (fluor.con reactancia 19.3 W/m2) (fluor.sin reactancia 0 W/m2)

Ratio max. Otras cargas : (sensible 38.6 W/m2) (latente 0 W/m2) (Ratio max. personas/m2 : 0.28986)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m2 Orientación : Norte Color : Claro

Superficie : 9.6 m2 K : 0.42 W/m2°C Tª equivalente : 35.26 °C

C. Sensible : 53 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m2 K : 3.7 W/m2°C Orient.: Norte

Radiación transmitida ventana : 0 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52

C Sen. cond.: 32 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 13 W

C. Sensible : 45 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m2 Orientación : Este Color : Claro

Superficie : 6.13 m2 K : 0.42 W/m2°C Tª equivalente : 38.26 °C

C. Sensible : 41 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Oeste Color : Oscuro

Superficie : 3.08 m2 K : 0.41 W/m2°C Tª equivalente : 38.36 °C

C. Sensible : 20 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m2 Orientación : 30° NorEste Color : Medio

Superficie : 10.35 m2 K : 0.37 W/m2°C Tª equivalente : 43.01 °C

C. Sensible : 80 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 10.35 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 64 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 3 Nº en ese instante : 1 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Distribución : variable
C Sen. inst. : 113 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 93 W

C. Latente : 93 W C. Sensible : 116 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 33 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 207 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 400 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Distribución : variable

C. Latente : 0 W C. Sensible : 400 W**Ventilación: 26 m³/h****C. Latente : -2 W C. Sensible : 49 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 64 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 4 W C. Sensible : 56 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : 95 W C. Sensible : 1195 W

Factor de calor sensible = 0.92 **Calor Total = 1290 W**Ratio Total : 125 W/m² Ratio Sensible : 115 W/m²Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 1792 m³/h**Local: Bany 3 Hora de Cálculo: 8 Mes de Cálculo: JUL**

Superficie : 8.35 m² Altura : 2.5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 25.51 °C Hr : 44 % W : 0.0089274 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 23 °C Hr : 55 % W : 0.0096355 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 32.3 W/m²) (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 80.8 W/m²) (latente 14.4 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.23952)

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 109 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: 11 W C Sen. inst. rad. : 22 W C Sen. almac. rad. : 17 W

C. Sensible : 50 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 6.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 32.3 °C

C. Sensible : 23 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.25 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 32.28 °C

C. Sensible : 24 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorOeste Color : Medio
Superficie : 8.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 36.52 °C

C. Sensible : 41 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 8.35 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 35 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Distribución : variable
C Sen. inst. : 151 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 124 W

C. Latente : 124 W C. Sensible : 152 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 270 W Potencia en ese instante : 0 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W
Distribución : variable

C. Latente : 120 W C. Sensible : 675 W**Ventilación: 21 m³/h****C. Latente : -12 W C. Sensible : 17 W****Propia instalación : Porcentaje 6 (%)****C. Latente : 0 W C. Sensible : 61 W****Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)****C. Latente : 11 W C. Sensible : 53 W****SUMA TOTAL:**

C. Latente : 243 W **C. Sensible : 1131 W**
Factor de calor sensible = 0.82 Calor Total = 1374 W
Ratio Total : 165 W/m² Ratio Sensible : 135 W/m²
Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 1131 m³/h



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Local: Vestidor Hora de Càlculo: 23 Mes de Càlculo: JUL

Superfície : 2.28 m² Altura : 2.5 m AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 26.21 °C Hr : 42 % W : 0.0089274 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 24 °C Hr : 55 % W : 0.010244 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 32.9 W/m²) (fluor.con reactancia 0 W/m²) (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.87719)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.33 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 35.24 °C

C. Sensible : 15 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: 4 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 6 W

C. Sensible : 10 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 39.42 °C

C. Sensible : 19 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 2.28 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 42.82 °C

C. Sensible : 15 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.23 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 4 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Nº en ese instante : 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 86 W Calor latente por persona : 79 W
Distribución : variable
C Sen. inst. : 126 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 158 W

C. Latente : 158 W C. Sensible : 126 W

Iluminacion incandescente :

Potencia Máxima : 75 W Potencia en ese instante : 75 W
Distribución : variable
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 35 W

C. Sensible : 35 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -6 W C. Sensible : 4 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 13 W

Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 7 W C. Sensible : 12 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



SUMA TOTAL:

C. Latente : 159 W C. Sensible : 253 W
Factor de calor sensible = 0.61 **Calor Total = 412 W**
Ratio Total : 181 W/m² Ratio Sensible : 111 W/m²
Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 189 m³/h

Local: Passadís Hora de Cálculo: 23 Mes de Cálculo: JUL

Superficie : 4.19 m² Altura : 2.5 m Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 26.21 °C Hr : 42 % W : 0.0089274 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Condiciones interiores Ts : 24 °C Hr : 55 % W : 0.010244 kg/kg a.s.
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 47.7 W/m²) (fluor.sin reactancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0 W/m²) (latente 0 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 1.1933)

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.35 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 34.31 °C

C. Sensible : 14 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: 4 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 10 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 28 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 4.19 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 42.82 °C

C. Sensible : 29 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 4.19 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 8 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Nº en ese instante : 2 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie sin mov. 1.08 Met

Calor sensible por persona : 78 W Calor latente por persona : 46 W

Distribución : Catllar

C Sen. inst. : 143 W C Sen. almac. : 5 W C Lat. inst. : 115 W

C. Latente : 115 W C. Sensible : 148 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W

Distribución : variable

C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 173 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Ventilación: 11 m³/h
C. Latente : -12 W C. Sensible : 8 W

Propia instalación : Porcentaje 6 (%)
C. Latente : 0 W C. Sensible : 24 W
Mayoración : Coef Seguridad 5 (%)
C. Latente : 5 W C. Sensible : 21 W

SUMA TOTAL:

C. Latente : 108 W C. Sensible : 453 W
Factor de calor sensible = 0.8 **Calor Total = 561 W**
Ratio Total : 134 W/m² Ratio Sensible : 108 W/m²
Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 339 m³/h

Zona: Planta Baixa Hora de Cálculo: 13 Mes de Cálculo: AGO

Superficie : 78.85 m² AcabadoSuelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 35.35 °C Hr : 25 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m²) (fluor.con reactancia 23.1 W/m²) (fluor.sin rectancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 34.6 W/m²) (latente 4.69 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.3551)

Local: Menjador

Condiciones interiores Ts : 19 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 4.2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 31.15 °C

C. Sensible : 21 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 2.1 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 379 W/m² Fracción Soleada : 88 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 127 W C Sen. inst. rad. : 254 W C Sen. almac. rad. : 71 W

C. Sensible : 452 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro
Superficie : 6.79 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 28.81 °C

C. Sensible : 27 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 3.78 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 143 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 228 W C Sen. inst. rad. : 173 W C Sen. almac. rad. : 54 W

C. Sensible : 455 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro
Superficie : 4.88 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 28.81 °C

C. Sensible : 20 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 143 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 94 W C Sen. inst. rad. : 71 W C Sen. almac. rad. : 22 W

C. Sensible : 187 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 4.6 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 36.15 °C

C. Sensible : 32 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Oscuro
Superficie : 3.97 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 31.8 °C

C. Sensible : 20 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 27.9 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 484 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 27.9 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 349 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 7 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
Como suma locales. Distribución local: Menjador Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 3 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 3 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 510 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: Comedor Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 1 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 1 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 100 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: Tele Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 0 W**Ventilación: 72 m³/h****C. Latente : 89 W C. Sensible : 392 W****Local: Cuina**

Condiciones interiores T_s : 22 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 1.8 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 35.76 °C

C. Sensible : 10 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 2.7 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 33.34 °C

C. Sensible : 12 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 3.48 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 33.6 °C

C. Sensible : 16 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 374 W/m² Fracción Soleada : 87 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 62 W C Sen. inst. rad. : 150 W C Sen. almac. rad. : 42 W

C. Sensible : 254 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superfície : 3.4 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 36.15 °C

C. Sensible : 19 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 11.17 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 129 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superfície : 9.92 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 34.52 °C

C. Sensible : 45 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 1.25 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 7 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: Cuina Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 302 W C Sen. almac. : 15 W C Lat. inst. : 248 W

C. Latente : 248 W C. Sensible : 317 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 1000 W Potencia Latente Máxima : 250 W
Como suma locales. Distribución local: maq Cuina Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 122 W C. Sensible : 490 W

Ventilación: 29 m³/h

C. Latente : -1 W C. Sensible : 129 W

Local: Rebedor

Condiciones interiores T_s : 22 °C Hr : 55 %



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 4.73 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 54 W

Puerta:

Nombre: Porta entrada Superfície total : 3.15 m² K equiv.: 2.69 W/m²°C Orient.: Norte
Superfície cristal : 0.57 m² Radiación transmitida puerta : 143 W/m² SC : 0.87
C Sen. cond.: 157 W C Sen. inst. rad. : 21 W C Sen. almac. rad. : 24 W

C. Sensible : 202 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 3 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 24.04 °C

C. Sensible : 12 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 1.995 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 12 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: Rebedor Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 1 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 7 m³/h

C. Latente : 0 W C. Sensible : 31 W

Local: Hab. Matrimoni

Condiciones interiores Ts : 19 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superfície : 3.23 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 28.9 °C

C. Sensible : 13 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 143 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 94 W C Sen. inst. rad. : 71 W C Sen. almac. rad. : 22 W

C. Sensible : 187 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superfície : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 31.92 °C

C. Sensible : 18 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 30.28 °C

C. Sensible : 31 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 4.42 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 36.04 °C

C. Sensible : 30 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 15.46 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 268 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 15.465 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 192 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
Como suma locales. Distribución local: Hab. Matrimoni Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 9 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 9 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 5 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 5 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 200 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 0 W**Ventilación: 40 m³/h****C. Latente : 49 W C. Sensible : 217 W****Local: Bany 1**

Condiciones interiores T_s : 40 °C Hr : 55 %

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Oeste
Radiación transmitida ventana : 174 W/m² Fracción Soleada : 34 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -9 W C Sen. inst. rad. : 14 W C Sen. almac. rad. : 16 W

C. Sensible : 21 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 30.28 °C

C. Sensible : -6 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 30.28 °C

C. Sensible : -6 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 5.44 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -126 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 5.44 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : -168 W

Ventanas:

Nombre: Claraboya Superfície: 0 m² K : 4.3 W/m²°C Orient.: Horizontal Sol
Radiación transmitida ventana : 705 W/m² Fracción Soleada : 100 % SC : 0.829
C Sen. cond.: 0 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 119 W Calor latente por persona : 46 W
Como suma locales. Distribución local: Bany1 Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 8 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 8 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 210 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 6 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 6 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W
Como suma locales. Distribución local: Bany1 Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 0 W

Ventilación: 14 m³/h

C. Latente : -198 W C. Sensible : -21 W

Local: Bany 2

Condiciones interiores T_s : 40 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+Mur ext 1 Peso : 369.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superfície : 0.82 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : 710.7 °C

C. Sensible : 219 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 0.525 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 143 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -9 W C Sen. inst. rad. : 12 W C Sen. almac. rad. : 13 W

C. Sensible : 16 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+mur piedra Peso : 889.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 1 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : 750.7 °C

C. Sensible : 284 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 2.43 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -56 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 2.43 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : -75 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie sin mov. 1.08 Met
Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30 W
Como suma locales. Distribución local: Bany 2 Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 1 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 60 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -84 W C. Sensible : -9 W

Local: Safareig

Condiciones interiores T_s : 35 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superfície : 2.71 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 30.28 °C

C. Sensible : -5 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superfície : 1.81 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 36.04 °C

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 3.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 31.15 °C

C. Sensible : -5 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 374 W/m² Fracción Soleada : 87 % SC : 0.53
C Sen. cond.: 1 W C Sen. inst. rad. : 76 W C Sen. almac. rad. : 77 W

C. Sensible : 154 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 36.15 °C

C. Sensible : 1 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 6.32 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -85 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superfície : 6.32 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 34.52 °C

C. Sensible : -1 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo moderado 1.97 Met
Calor sensible por persona : 116 W Calor latente por persona : 111 W
Como suma locales. Distribución local: Safareig Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 12 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 12 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 100 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 750 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 375 W

Ventilación: 16 m³/h

C. Latente : -141 W C. Sensible : 1 W

Local: Escala

Condiciones interiores T_s : 30 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
Superfície : 1.95 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 34.88 °C

C. Sensible : 3 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 317 W/m² Fracción Soleada : 65 % SC : 0.83
C Sen. cond.: 10 W C Sen. inst. rad. : 42 W C Sen. almac. rad. : 43 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 190 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 31.15 °C

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 5.4 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 34.52 °C

C. Sensible : 9 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 89 W Calor latente por persona : 121 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 130 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 242 W

C. Latente : 242 W C. Sensible : 133 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 240 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 27 m³/h

C. Latente : -127 W C. Sensible : 48 W

Propia Instalación Zona: Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 364 W

Mayoración Zona: Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 9 W C. Sensible : 321 W

Suma :

C. Latente : 208 W C. Sensible : 6756 W

Factor de calor sensible = 0.97 **Calor Total = 6964 W**

Ratio Total : 88 W/m² Ratio Sensible : 86 W/m²

Equipo zona sin toma de aire exterior Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : -8201 m³/h

Zona: Primera Planta Hora de Cálculo: 23 Mes de Cálculo: AGO

Superficie : 57.64 m² Acabado Suelo: Pavimento / Terrazo
Condiciones exteriores Ts : 26.92 °C Hr : 41 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Ratio max. luces : (incandescentes 1.3 W/m²) (fluor.con reactancia 22 W/m²) (fluor.sin rectancia 0 W/m²)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 29.1 W/m²) (latente 2.08 W/m²) (Ratio max. personas/m² : 0.31228)

Local: Hab. Doble 1

Condiciones interiores Ts : 22 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 8.68 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.56 °C

C. Sensible : 63 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 9.725 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.06 °C

C. Sensible : 69 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 28 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 17 W

C. Sensible : 45 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superfície : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.47 °C

C. Sensible : 14 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurOeste Color : Medio
Superfície : 16.29 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 44.67 °C

C. Sensible : 136 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 16.29 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 102 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 12 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 12 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 13 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 13 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 300 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -1 W C. Sensible : 67 W

Local: Hab. Doble 2

Condiciones interiores T_s : 22 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 9.47 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.06 °C

C. Sensible : 67 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 28 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 17 W

C. Sensible : 45 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 8.8 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 37.35 °C

C. Sensible : 56 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.1 °C

C. Sensible : 13 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurEste Color : Medio
Superficie : 16.18 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 43.98 °C

C. Sensible : 131 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 16.18 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 100 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 12 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 12 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 15 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 13 W

C. Sensible : 15 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 150 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -1 W C. Sensible : 67 W

Local: Hab. Doble 3

Condiciones interiores T_s : 22 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 9.6 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 34.5 °C

C. Sensible : 50 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 28 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 9 W

C. Sensible : 37 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 6.13 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 37.35 °C

C. Sensible : 39 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.1 °C

C. Sensible : 20 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorEste Color : Medio
Superficie : 10.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 40.52 °C

C. Sensible : 70 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 10.35 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 64 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 113 W C Sen. almac. : 11 W C Lat. inst. : 93 W

C. Latente : 93 W C. Sensible : 125 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 36 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 210 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 400 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 400 W

Ventilación: 26 m³/h

C. Latente : -1 W C. Sensible : 42 W

Local: Bany 3

Condiciones interiores T_s : 23 °C Hr : 55 %

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: 18 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 14 W

C. Sensible : 32 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 6.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 31.9 °C

C. Sensible : 22 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superfície : 6.25 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.56 °C

C. Sensible : 43 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorOeste Color : Medio
Superfície : 8.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 41.21 °C

C. Sensible : 56 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 8.35 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 35 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 75 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 62 W

C. Latente : 62 W C. Sensible : 76 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 270 W Potencia en ese instante : 162 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 140 W

C. Sensible : 140 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 0 W

Ventilación: 21 m³/h

C. Latente : -11 W C. Sensible : 27 W

Local: Vestidor

Condiciones interiores T_s : 24 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superfície : 3.33 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 34.5 °C

C. Sensible : 14 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: 5 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 5 W

C. Sensible : 10 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.47 °C

C. Sensible : 18 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superfície : 2.28 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 40.06 °C

C. Sensible : 13 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 2.23 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 4 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 86 W Calor latente por persona : 79 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 126 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 158 W

C. Latente : 158 W C. Sensible : 126 W

Iluminacion incandescente :

Potencia Máxima : 75 W Potencia en ese instante : 75 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 35 W

C. Sensible : 35 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -6 W C. Sensible : 5 W

Local: Passadís

Condiciones interiores T_s : 24 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superfície : 3.35 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 33.38 °C

C. Sensible : 12 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: 5 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 9 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 28 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superfície : 4.19 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 40.06 °C

C. Sensible : 24 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 4.19 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 8 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie sin mov. 1.08 Met



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Calor sensible por persona : 78 W Calor latente por persona : 46 W
Como suma locales. Distribución local: Catllar Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 143 W C Sen. almac. : 5 W C Lat. inst. : 115 W

C. Latente : 115 W C. Sensible : 148 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 173 W

Ventilación: 11 m3/h

C. Latente : -11 W C. Sensible : 10 W

Propia Instalación Zona: Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 215 W

Mayoración Zona: Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 19 W C. Sensible : 190 W

Suma :

C. Latente : 416 W C. Sensible : 3998 W
Factor de calor sensible = 0.9 **Calor Total = 4414 W**

Ratio Total : 77 W/m2 Ratio Sensible : 69 W/m2

Equipo zona sin toma de aire exterior Temp. Impul. : 20 °C Caudal Impul. : 5226 m3/h

Edificio **Hora de Cálculo: 23** **Mes de Cálculo: AGO**

Superficie : 136.49 m2
Condiciones exteriores Ts : 26.92 °C Hr : 41 % W : 0.0090035 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 28
Ratio max. luces : (incandescentes 0.549 W/m2) (fluor.con reactancia 22.6 W/m2) (fluor.sin
rectancia 0 W/m2)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 32.2 W/m2) (latente 3.59 W/m2) (Ratio max. personas/m2 :
0.33702)

Zona: Planta Baixa

Local: Menjador

Condiciones interiores Ts : 19 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 4.2 m2 K : 0.42 W/m2°C Tª equivalente : 39.06 °C

C. Sensible : 35 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 2.1 m2 K : 3.7 W/m2°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 61 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 24 W

C. Sensible : 85 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro
Superficie : 6.79 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 34.41 °C

C. Sensible : 43 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 3.78 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 110 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 22 W

C. Sensible : 132 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Claro
Superficie : 4.88 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 34.41 °C

C. Sensible : 31 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sombra
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 46 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 9 W

C. Sensible : 55 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 4.6 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 39.29 °C

C. Sensible : 38 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sombra Color : Oscuro
Superficie : 3.97 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 33.27 °C

C. Sensible : 23 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 27.9 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 484 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 27.9 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 349 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 7 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
Como suma locales. Distribución local: Menjador Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 316 W C Sen. almac. : 44 W C Lat. inst. : 145 W

C. Latente : 145 W C. Sensible : 361 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 510 W Potencia en ese instante : 153 W
Como suma locales. Distribución local: Comedor Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 27 W C Sen. instantaneo : 132 W

C. Sensible : 160 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 100 W Potencia Latente Máxima : 0 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Como suma locales. Distribución local: Tele Factor de simultaneidad : 100 %
C. Latente : 0 W C. Sensible : 100 W

Ventilación: 72 m3/h
C. Latente : 89 W C. Sensible : 190 W

Local: Cuina

Condiciones interiores T_s : 22 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 1.8 m2 K : 0.41 W/m2°C T^a equivalente : 38.47 °C
C. Sensible : 12 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 2.7 m2 K : 0.41 W/m2°C T^a equivalente : 35.3 °C
C. Sensible : 14 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 3.48 m2 K : 0.41 W/m2°C T^a equivalente : 35.85 °C
C. Sensible : 19 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m2 K : 3.7 W/m2°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m2 Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 22 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 14 W
C. Sensible : 36 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Oscuro
Superficie : 3.4 m2 K : 0.41 W/m2°C T^a equivalente : 39.29 °C
C. Sensible : 24 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m2
Superficie : 11.17 m2 K : 1.93 W/m2°C T^a terreno : 28 °C
C. Sensible : 129 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m2 Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 9.92 m2 K : 0.37 W/m2°C T^a equivalente : 44.92 °C
C. Sensible : 84 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m2
Superficie: 1.25 m2 K : 2.07 W/m2°C T^a equivalente : 25.05 °C
C. Sensible : 7 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: Cuina Factor de simultaneidad : 100 %



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



C Sen. inst. : 75 W C Sen. almac. : 47 W C Lat. inst. : 62 W
C. Latente : 62 W C. Sensible : 122 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 8 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 8 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 1000 W Potencia Latente Máxima : 250 W
Como suma locales. Distribución local: maq Cuina Factor de simultaneidad : 100 %
C. Latente : 60 W C. Sensible : 240 W

**Ventilación: 29 m3/h
C. Latente : -1 W C. Sensible : 47 W**

Local: Rebedor

Condiciones interiores T_s : 22 °C Hr : 55 %
Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m2
Superficie : 4.73 m2 K : 1.93 W/m2°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 54 W

Puerta:

Nombre: Porta entrada Superficie total : 3.15 m2 K equiv.: 2.69 W/m2°C Orient.: Norte
Superficie cristal : 0.57 m2 Radiación transmitida puerta : 0 W/m2 SC : 0.87
C Sen. cond.: 41 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 10 W

C. Sensible : 51 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m2
Superficie: 3 m2 K : 2.07 W/m2°C T^a equivalente : 27.02 °C

C. Sensible : 31 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m2
Superficie: 1.995 m2 K : 2.074 W/m2°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 12 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: Rebedor Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 15 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 12 W

C. Latente : 12 W C. Sensible : 15 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 42 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 36 W

C. Sensible : 36 W

**Ventilación: 7 m3/h
C. Latente : 0 W C. Sensible : 11 W**



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Local: Hab. Matrimoni**

Condiciones interiores T_s : 19 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.23 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 34.5 °C

C. Sensible : 21 W**Ventanas:**

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 46 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 9 W

C. Sensible : 55 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 33.38 °C

C. Sensible : 20 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.56 °C

C. Sensible : 57 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 4.42 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.1 °C

C. Sensible : 34 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 15.46 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : 268 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 15.465 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 192 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: Sentado Reposo 0.89 Met
Calor sensible por persona : 77 W Calor latente por persona : 26 W
Como suma locales. Distribución local: Hab. Matrimoni Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 2 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 176 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 200 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 200 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Ventilación: 40 m3/h
C. Latente : 49 W C. Sensible : 105 W

Local: Bany 1

Condiciones interiores T_s : 40 °C H_r : 55 %

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Oeste
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -25 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 15 W

C. Sensible : -10 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.56 °C

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 1.65 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.56 °C

C. Sensible : 0 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 5.44 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -126 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 5.44 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : -168 W

Ventanas:

Nombre: Claraboya Superficie: 0 m² K : 4.3 W/m²°C Orient.: Horizontal Sol
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 100 % SC : 0.829
C Sen. cond.: 0 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : 0 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 119 W Calor latente por persona : 46 W
Como suma locales. Distribución local: Bany1 Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 174 W C Sen. almac. : 2 W C Lat. inst. : 92 W

C. Latente : 92 W C. Sensible : 176 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 210 W Potencia en ese instante : 151 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 1 W C Sen. instantaneo : 131 W

C. Sensible : 132 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W
Como suma locales. Distribución local: Bany1 Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 0 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Ventilación: 14 m³/h
C. Latente : -198 W C. Sensible : -61 W

Local: Bany 2

Condiciones interiores Ts : 40 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+Mur ext 1 Peso : 369.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 0.82 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : 716.5 °C

C. Sensible : 221 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.525 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -25 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 5 W

C. Sensible : -20 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Rajola+mur piedra Peso : 889.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 1 m² K : 0.4 W/m²°C T^a equivalente : 751.2 °C

C. Sensible : 284 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superficie : 2.43 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -56 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.43 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : -75 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie sin mov. 1.08 Met
Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30 W
Como suma locales. Distribución local: Bany 2 Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 69 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 30 W

C. Latente : 30 W C. Sensible : 69 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 60 W Potencia en ese instante : 60 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 52 W

C. Sensible : 52 W

Ventilación: 6 m³/h
C. Latente : -84 W C. Sensible : -26 W

Local: Safareig

Condiciones interiores Ts : 35 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 2.71 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.56 °C

C. Sensible : 5 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superfície : 1.81 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.1 °C

C. Sensible : 2 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 3.63 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.06 °C

C. Sensible : 6 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: -37 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 26 W

C. Sensible : -11 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Oscuro
Superfície : 3.5 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 39.29 °C

C. Sensible : 6 W

Nombre : Sòl Peso : 750.2 Kg/m²
Superfície : 6.32 m² K : 1.93 W/m²°C T^a terreno : 28 °C

C. Sensible : -85 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superfície : 6.32 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 44.92 °C

C. Sensible : 23 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo moderado 1.97 Met
Calor sensible por persona : 116 W Calor latente por persona : 111 W
Como suma locales. Distribución local: Safareig Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 5 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 5 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 100 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 0 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 750 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 562 W

Ventilación: 16 m³/h

C. Latente : -141 W C. Sensible : -43 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Local: Escala**

Condiciones interiores T_s : 30 °C H_r : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Medio
Superficie : 1.95 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 37.57 °C

C. Sensible : 6 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: -6 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 14 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 16 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superficie : 2 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.06 °C

C. Sensible : 7 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Sur Color : Medio
Superficie : 5.4 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 44.92 °C

C. Sensible : 29 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 89 W Calor latente por persona : 121 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 130 W C Sen. almac. : 4 W C Lat. inst. : 242 W

C. Latente : 242 W C. Sensible : 134 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 240 W Potencia en ese instante : 240 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 208 W

C. Sensible : 208 W

Ventilación: 27 m³/h

C. Latente : -127 W C. Sensible : -27 W

Zona: Primera Planta**Local: Hab. Doble 1**

Condiciones interiores T_s : 22 °C H_r : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 8.68 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.56 °C

C. Sensible : 63 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 9.725 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.06 °C

C. Sensible : 69 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 28 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 17 W

C. Sensible : 45 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superfície : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.47 °C

C. Sensible : 14 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurOeste Color : Medio
Superfície : 16.29 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 44.67 °C

C. Sensible : 136 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 16.29 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 102 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 12 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 12 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 13 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 13 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 300 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -1 W C. Sensible : 67 W

Local: Hab. Doble 2

Condiciones interiores T_s : 22 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Sur Color : Claro
Superfície : 9.47 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.06 °C

C. Sensible : 67 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 28 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 17 W

C. Sensible : 45 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superficie : 8.8 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 37.35 °C

C. Sensible : 56 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superficie : 2.1 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.1 °C

C. Sensible : 13 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° SurEste Color : Medio
Superficie : 16.18 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 43.98 °C

C. Sensible : 131 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 16.18 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 100 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 12 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 12 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 300 W Potencia en ese instante : 15 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 13 W

C. Sensible : 15 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 300 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 150 W

Ventilación: 41 m³/h

C. Latente : -1 W C. Sensible : 67 W

Local: Hab. Doble 3

Condiciones interiores T_s : 22 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Superfície : 9.6 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 34.5 °C

C. Sensible : 50 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superfície: 1.57 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.52
C Sen. cond.: 28 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 9 W

C. Sensible : 37 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Claro
Superfície : 6.13 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 37.35 °C

C. Sensible : 39 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Oscuro
Superfície : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.1 °C

C. Sensible : 20 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorEste Color : Medio
Superfície : 10.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 40.52 °C

C. Sensible : 70 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 10.35 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 64 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 113 W C Sen. almac. : 11 W C Lat. inst. : 93 W

C. Latente : 93 W C. Sensible : 125 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 36 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 210 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 400 W Potencia Latente Máxima : 0 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 400 W

Ventilación: 26 m³/h

C. Latente : -1 W C. Sensible : 42 W

Local: Bany 3

Condiciones interiores T_s : 23 °C Hr : 55 %



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 1.26 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: 18 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 14 W

C. Sensible : 32 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 6.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 31.9 °C

C. Sensible : 22 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Oeste Color : Claro
Superficie : 6.25 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 39.56 °C

C. Sensible : 43 W**Cerramientos al exterior:**

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° NorOeste Color : Medio
Superficie : 8.35 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 41.21 °C

C. Sensible : 56 W**Cerramientos interiores:**

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 8.35 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 35 W**Ocupantes:**

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 103 W Calor latente por persona : 62 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 75 W C Sen. almac. : 1 W C Lat. inst. : 62 W

C. Latente : 62 W C. Sensible : 76 W**Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :**

Potencia Máxima : 270 W Potencia en ese instante : 162 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 140 W

C. Sensible : 140 W**Otras Cargas:**

Potencia Sensible Máxima : 675 W Potencia Latente Máxima : 120 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 0 W**Ventilación: 21 m³/h****C. Latente : -11 W C. Sensible : 27 W****Local: Vestidor**

Condiciones interiores Ts : 24 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur ext 1 Peso : 329.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Claro
Superficie : 3.33 m² K : 0.42 W/m²°C T^a equivalente : 34.5 °C

C. Sensible : 14 W



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.53
C Sen. cond.: 5 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 5 W

C. Sensible : 10 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Este Color : Oscuro
Superficie : 3.08 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 38.47 °C

C. Sensible : 18 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio
Superficie : 2.28 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 40.06 °C

C. Sensible : 13 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superficie: 2.23 m² K : 2.07 W/m²°C T^a equivalente : 25.05 °C

C. Sensible : 4 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met
Calor sensible por persona : 86 W Calor latente por persona : 79 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 126 W C Sen. almac. : 0 W C Lat. inst. : 158 W

C. Latente : 158 W C. Sensible : 126 W

Iluminacion incandescente :

Potencia Máxima : 75 W Potencia en ese instante : 75 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 35 W

C. Sensible : 35 W

Ventilación: 6 m³/h

C. Latente : -6 W C. Sensible : 5 W

Local: Passadís

Condiciones interiores T_s : 24 °C Hr : 55 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : mur piedra Peso : 857.4 Kg/m² Orientación : Norte Color : Oscuro
Superficie : 3.35 m² K : 0.41 W/m²°C T^a equivalente : 33.38 °C

C. Sensible : 12 W

Ventanas:

Nombre: Finestra climalit Superficie: 0.53 m² K : 3.7 W/m²°C Orient.: Norte
Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0 % SC : 0.83
C Sen. cond.: 5 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 9 W
Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : 28 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Sostre Peso : 413.1 Kg/m² Orientación : 30° Norte Color : Medio



Superfície : 4.19 m² K : 0.37 W/m²°C T^a equivalente : 40.06 °C

C. Sensible : 24 W

Cerramientos interiores:

Nombre: Forjat entre plantes Peso : 388 Kg/m²
Superfície: 4.19 m² K : 2.074 W/m²°C T^a equivalente : 25 °C

C. Sensible : 8 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie sin mov. 1.08 Met
Calor sensible por persona : 78 W Calor latente por persona : 46 W
Como suma locales. Distribución local: Catllar Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. inst. : 143 W C Sen. almac. : 5 W C Lat. inst. : 115 W

C. Latente : 115 W C. Sensible : 148 W

Iluminacion fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 200 W Potencia en ese instante : 200 W
Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %
C Sen. almacenado : 0 W C Sen. instantaneo : 173 W

C. Sensible : 173 W

Ventilación: 11 m³/h

C. Latente : -11 W C. Sensible : 10 W

Propia Instalación Edificio : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 539 W

Mayoración Edificio : Coef Seguridad 5 (%)

C. Latente : 31 W C. Sensible : 476 W

SUMA:

C. Latente: 658 W C. Sensible: 10011 W

Factor de calor sensible = 0.93 **Calor Total = 10669 W**

Ratio Total : 78 W/m² Ratio Sensible : 73 W/m²



2.1.1.4 Resum dels càlculs de càrregues tèrmiques

Amb tots els resultats obtinguts en el programa, s'ha elaborat la Taula 2.22 a fi de facilitar la interpretació de les dades.

Dependència	Superfície (m²)	Càrrega calefacció (W)	Càrrega refrigeració (W)
Menjador	27,90	2.419	3.018
Cuina	11,17	900	1.975
Safareig	6,32	602	1.133
Habitació Matrimoni	15,47	1.147	1.388
Bany 1	5,43	378	740
Bany 2	2,43	201	453
Rebedor	4,73	476	379
Escala	5,40	472	567
Habitació Doble 1	16,29	893	1.217
Habitació Doble 2	16,18	892	1.230
Habitació Doble 3	10,35	667	1.290
Vestidor	2,28	185	412
Bany 3	8,35	513	1.374
Passadís	4,19	277	561
TOTAL	136,49	10.000	10.669

Taula 2.22 Resum dels càlculs de càrregues tèrmiques

Nota: La càrrega total de calefacció calculada pel DpClima es refereix a les màximes potències requerides en el total de l'edifici, no com a suma de les màximes de les dependències.



2.1.2 Càlcul de l'energia d'ACS

Els càlculs per a l'energia necessària per a ACS s'han realitzat amb una fulla de càlcul seguint les fórmules del llibre de “Producció de l'energia tèrmica” de la Dra. Lluïsa F. Cabeza.

La càrrega tèrmica que implica l'escalfament d'aigua calenta sanitària depèn, fonamentalment, del mode de vida i costums dels usuaris de l'edifici. Com a mitjana es considerarà un consum de 35 litres per persona i dia, a una temperatura de 50°C.

La càrrega mensual d'escalfament d'ACS, en Joules, es pot calcular amb:

$$L_{ACS} = 35 \frac{L}{pers \cdot dia} \cdot (\text{nombre habitants}) \cdot N \cdot \rho_{H_2O} \cdot c_{pH_2O} \cdot (50^\circ C - T_{xarxa})$$

Eq.2.1

On:

N són els dies del mes,

ρ_{H_2O} és la densitat de l'aigua (1 kg/L),

c_{pH_2O} és la calor específica de l'aigua (4.186 J/kg·°C), i

T_{xarxa} és la temperatura de l'aigua de la xarxa de subministrament.

El nombre d'habitants de la vivenda objecte del projecte és *quatre*.

Els valors de T_{xarxa} per a la ciutat de Lleida al llarg de l'any vénen donats al llibre citat anteriorment “Producció de l'energia tèrmica”, veure Taula 2.23.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Mes	T _{xarxa} (°C)
Gener	4,9
Febrer	7,2
Març	11,4
Abril	14,6
Maig	18,3
Juny	21,9
Juliol	24,8
Agost	24,6
Setembre	21,6
Octubre	15,5
Novembre	9,5
Desembre	5,7

Taula 2.23 Temperatura de l'aigua de la xarxa a Lleida.

Els resultats dels càlculs es mostren a la Taula 2.24.

Mes	MJ	W
Gener	819,34	227,59
Febrer	702,30	195,08
Març	701,26	194,79
Abril	622,37	172,88
Maig	575,90	159,97
Juny	494,03	137,23
Juliol	457,81	127,17
Agost	461,45	128,18
Setembre	499,31	138,70
Octubre	626,77	174,10
Novembre	712,04	197,79
Desembre	804,81	223,56
TOTAL	7.477,39	2.077,05

Taula 2.24 Resultats de la càrrega mensual d'ACS



2.1.3 Càlcul del elements emissors de calefacció

2.1.3.1 Instal·lació convencional de calefacció per radiadors.

S'utilitzaran radiadors d'aleació d'alumini producte de FONDITAL. Els models utilitzar bàsicament seran el GARDA per a l'escala i els banys i el SAHARA per a la resta dels habitacles de la vivenda.

Les principals propietats d'aquests radiadors són:

- *Duració i resistència a la corrosió* ja que l'alumini posseeix la propietat de passivar-se formant un estrat d'òxid superficial que protegeix el metall interior.
- *Òptimes característiques tèrmiques* ja que està caracteritzat per una gran potència tèrmica associada a una baixa inèrcia tèrmica.
- *Lleugeresa*
- *Modularitat* ja que permet modificar la composició de sèrie de les bateries.

Els radiadors es muntaran segons el mode frontal amb obertures per tal de millorar la seva eficiència.

Les característiques dels elements dels radiadors que s'utilitzaran es mostren a continuació:

Característiques d'un element *SAHARA 700/80*:

Capacitat d'aigua: 0,46 L/el

Pes aprox.: 1,68 kg/el

Potència tèrmica per a $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$ segons UNE EN-442:

127,01 kcal/h/el.

148,50 W/el



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Exponent "n" de la corba característica: 1,3435

Coefficient K_m : 0,7749

Dimensions: A = 700 mm, B = 777 mm, C = 80 mm, D = 80 mm.

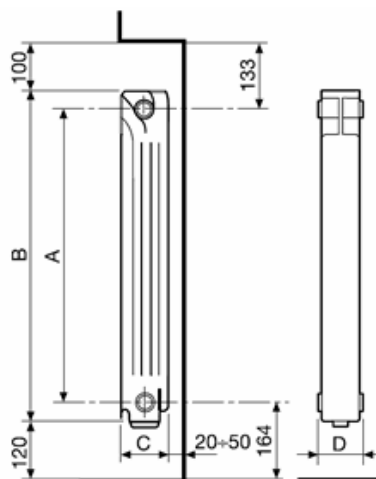


Figura 2.12 Esquema del radiador Fondital model SAHARA 700/80

Característiques d'un element *SAHARA 800/80*:

Capacitat d'aigua: 0,54 L/el

Pes aprox.: 1,88 kg/el

Potència tèrmica per a $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ segons UNE EN-442:

140,18 Kcal/h/el

163,00 W/el

Exponent "n" de la corba característica: 1,3470

Coefficient K_m : 0,8391

Dimensions: A = 800 mm, B = 877 mm, C = 80 mm, D = 80 mm.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

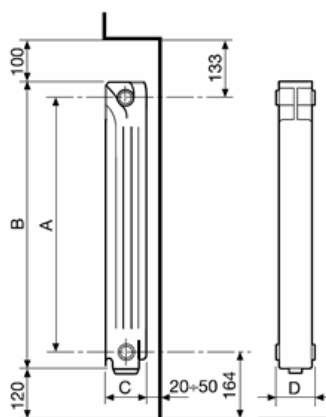


Figura 2.13 Esquema del radiador Fondital model SAHARA 800/80

Característiques d'un element *GARDA 1200*:

Capacitat d'aigua: 0,55 L/el

Pes aprox.: 2,17 kg/el

Potència tèrmica per a $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$ segons UNE EN-442:

192,00 Kcal/h/el

223,00 W/el

Exponent "n" de la corba característica: 1,3610

Coefficient K_m : 0,9720

Dimensions: A = 1.200 mm, B = 1.266 mm, C = 90 mm, D = 80 mm.

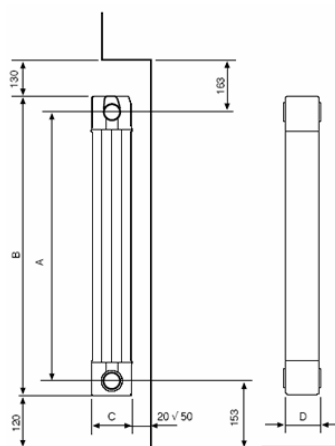


Figura 2.14 Esquema del radiador Fondital model GARDA 1200



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Característiques d'un element *GARDA 2000*:

Capacitat d'aigua: 0,92 L/el

Pes aprox.: 3,39 kg/el

Potència tèrmica per a $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$ segons UNE EN-442:

279,00 Kcal/h/el

324,00 W/el

Exponent "n" de la corba característica: 1,3902

Coefficient K_m : 1,3473

Dimensions: A = 2.000 mm, B = 2.066 mm, C = 90 mm, D = 80 mm.

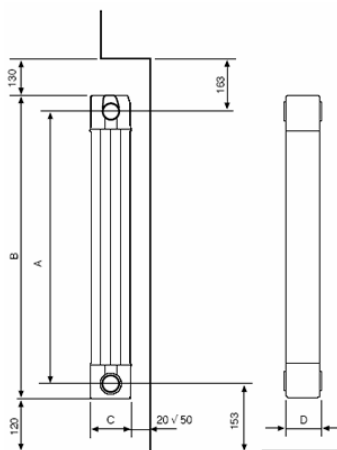


Figura 2.15 Esquema del radiador Fondital model GARDA 2000

La temperatura d'entrada al radiador serà de 80°C i la de sortida serà de 60°C , la temperatura ambient s'ha considerat en tota la vivenda 20°C , respectant les dades utilitzades per al càlcul de carregues tèrmiques de l'edifici.

2.1.3.1.1 Mètode de càlcul

La potència calorífica d'una unitat terminal depèn de la diferència de temperatures entre emissor i aire ambient. Normalment, els fabricants ofereixen el rendiment calorífic dels mateixos per una diferència de temperatures de 50°C o 60°C .



Les potències calorífiques per diferents salts tèrmics amb l'ambient es calculen amb:

$$Q = Q_{50} \cdot \left(\frac{\Delta T_{real}}{50} \right)^n$$

Eq.2.2

On:

Q és la potència calorífica de l'emissor per un ΔT diferent de 50°C

Q_{50} és la potència calorífica de l'emissor per un ΔT igual a 50°C (de catàleg)

ΔT_{real} és el salt tèrmic

n és l'exponent de la corba característica de l'emissor homologat per norma

El salt tèrmic es calcula amb:

$$\Delta T_e = T_e - T_a$$

Eq.2.3

On:

ΔT_e és el salt tèrmic de l'aigua a l'entrada del radiador

T_e és la temperatura d'entrada de l'aigua al radiador

T_a és la temperatura ambient

$$\Delta T_s = T_s - T_a$$

Eq.2.4

On:

ΔT_s és el salt tèrmic de l'aigua a la sortida del radiador

T_e és la temperatura de sortida de l'aigua del radiador



Si $\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e} \geq 0,7$ el salt tèrmic es calcula amb:

$$\Delta T_{real} = T_m - T_a = \frac{T_e + T_s}{2} - T_a$$

Eq.2.5

Si $\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e} < 0,7$ el salt tèrmic es calcula amb:

$$\Delta T_{real} = \frac{T_e - T_s}{\ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right)}$$

Eq.2.6

Per saber el nombre d'elements s'utilitza la formula:

$$N^{\circ} d'elements = \frac{Q}{Q_e \cdot 0,975}$$

Eq.2.7

De manera que l'emissor de calor de la unitat terminal sigui un 2,5% més elevada que la proporcionada pel càlcul de la càrrega tèrmica.

S'ha de considerar que la capacitat de cedir calor d'un mateix radiador en un mateix ambient decreix ràpidament quan ho fa la temperatura mitja de l'aigua o quan la seva col·locació no es correcta. Encara quan les pèrdues són variables en funció del tipus i model de radiador, poden estimar-se els següents factors:

- a) Factor de correcció per salt tèrmic (Taula 2.25)
- b) Factor de correcció per ubicació del radiador (Taula 2.26)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

ΔT °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0,40	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,56
40	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76
50	0,78	0,80	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,93	0,98
60	1,00	1,02	1,04	1,07	1,09	1,11	1,13	1,16	1,18	1,20
70	1,23	1,25	1,27	1,30	1,32	1,34	1,37	1,39	1,42	1,44
80	1,47	1,49	1,51	1,54	1,56	1,59	1,61	1,64	1,66	1,69
90	1,71	1,74	1,76	1,79	1,82	1,84	1,87	1,89	1,92	1,95

Taula 2.25 Valor del factor de correcció per salt tèrmic

	VALOR
Situació correcta	1
Amb repisa a la part superior	0,9
Amb repisa i radiador cobert	0,75

Taula 2.26 Valors del factor d'ubicació del radiador



2.1.3.1.2 Càlcul dels radiadors

Amb l'emissió calorífica per a $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ segons UNE EN-442 que s'observa a la Taula 2.27

	kcal/h/el	W/el
SAHARA 700/80	127,01	148,50
SAHARA 800/80	140,18	163,00
GARDA 1200	192,00	223,00
GARDA 2000	279,00	324,00

Taula 2.27 Taula de l'emissió calorífica per $\Delta T = 50\text{K}$

I per a les temperatures $T_e=80^\circ\text{C}$ i $T_s=60^\circ\text{C}$, els resultats es poden veure en la Taula 2.28.

Cambra	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	ΔT_{real}	n	Q_{element} (W)	Q_{neces} (W)	Nº Elements	Nº Real
Menjador	20	49,326	1,3470	156,046	2.419	15,50	16
Cuina	20	49,326	1,3435	156,046	900	5,77	6
Rebedor	20	49,326	1,3435	142,172	476	3,35	4
Habitació Matrimoni	20	49,326	1,3470	156,046	1.147	7,35	8
Bany 1	20	49,326	1,3610	218,919	378	1,73	2
Bany 2	20	49,326	1,3610	218,919	201	0,92	1
Safareig	20	49,326	1,3470	156,046	602	3,86	4
Escala	20	49,326	1,3902	317,944	472	1,48	2
Hab. Doble 1	20	49,326	1,3470	156,046	893	5,72	6
Hab. Doble 2	20	49,326	1,3470	156,046	892	5,72	6
Hab. Doble 3	20	49,326	1,3435	142,172	667	4,70	5
Bany 3	20	49,326	1,3610	218,919	513	2,34	3
Vestidor	20	49,326	1,3435	142,172	185	1,30	2
Passadís	20	49,326	1,3435	142,172	277	1,95	2

Taula 2.28 Resultat del càlcul dels elements dels radiadors



2.1.3.1.3 Potència calorífica necessària total

El resultat de la potència real necessària en la instal·lació dissenyada es pot veure en la Taula 2.29.

Cambra	Nº Elements	Model	Q_{cambra} (W)
Menjador	16	SAHARA 800/80	2.496,74
Cuina	6	SAHARA 800/80	936,28
Rebedor	4	SAHARA 700/80	568,69
Habitació Matrimoni	8	SAHARA 800/80	1.248,37
Bany 1	2	GARDA 1200	437,84
Bany 2	1	GARDA 1200	218,92
Safareig	4	SAHARA 800/80	624,18
Escala	2	GARDA 2000	635,89
Hab. Doble 1	6	SAHARA 800/80	936,28
Hab. Doble 2	6	SAHARA 800/80	936,28
Hab. Doble 3	5	SAHARA 700/80	710,86
Bany 3	3	GARDA 1200	656,76
Vestidor	2	SAHARA 700/80	284,34
Passadís	2	SAHARA 700/80	284,34
TOTAL	67	SAHARA 800/80: 46 SAHARA 700/80: 13 GARDA 1200: 6 GARDA 2000: 2	10.975,77

Taula 2.29 Càlcul de la potència real per a la vivenda



2.1.3.2 Instal·lació geotèrmica per terra radiant

2.1.3.2.1 Mètode de càlcul

El programa DpClima ens dona com a resultat final la potència (corregida per diferents factors com són: coeficient de seguretat, parets exteriors, orientació del local, tipus de paviment i suplement per intermitència) necessària per cada local, zona i total de l'edifici. Però aquesta potència s'ha de subministrar desde la superfície útil de l'habitació. En una cuina s'ha de descomptar a la superfície total l'ocupada pels mobles, en un menjador s'ha de descomptar, en el seu cas, la xemeneia, en un bany, la superfície ocupada per la banyera, etc., per aquest motiu la potència emissora per unitat de superfície útil queda:

$$q_u = \frac{P_h}{S_u}$$

Eq. 2.8

On:

S_u = superfície habitable en m², o superfície total a utilitzar com emissor radiant

Coneguda la potència corregida q_u , per unitat de superfície útil, la temperatura en la superfície del terra es pot estimar amb la gràfica de la Figura 2.16. Les temperatures recomanades màximes de la superfície del terra depenen de l'ús de l'estància i oscil·len entre 26 °C i 35 °C (Taula 2.30).

Estancia	T_s (°C)
Viviendas, zonas de estar	26-29
Baños, duchas, aseos	33
Zonas laterales con grandes ventanales	35
Oficinas, etc.	25
Iglesias, etc.	26
Polideportivos, etc.	25
Piscinas, baños públicos, etc.	29

Taula 2.30 Temperatures màximes en règim permanent recomanades per superfícies de terra



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

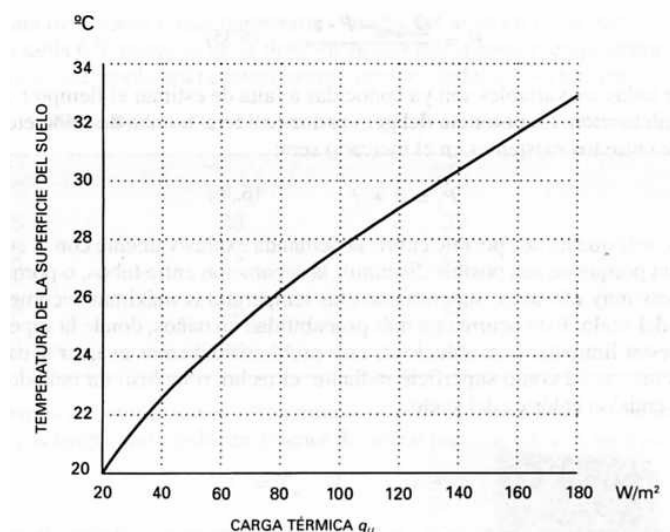


Figura 2.16 Temperatura de la superfície del terra en funció de la seva emissivitat tèrmica

Sumant les potències de les habitacions s'obté la càrrega tèrmica P necessària a aportar a la vivenda en els moments més freds de l'any, amb temperatures exteriors mínimes de disseny.

$$P = \sum_i q_{ui} \cdot S_{hi}$$

Eq. 2.9

On: q_{hi} = Potència corregida per a cada local, en W/m².

S_{hi} = Superfície total de cada local, en m².

Pot succeir que no sigui possible cobrir la demanda exclusivament amb la superfície útil del terra, bé perquè no sigui possible disminuir la separació entre tubs, o perquè, amb emissions tèrmiques molt elevades, es superarien les temperatures màximes recomanades per la superfície del terra. Això té lloc amb més probabilitat en banys, on la superfície útil del terra pot estar limitada.



Per a solucionar aquest problema s'ha d'avaluar si és possible utilitzar a més a més una paret com a superfície radiant, el sostre, o inclús un radiador per a complementar l'emissió calorífica del terra.

2.1.3.2.1.1 Resum càlculs obtinguts

Local	Sup. total (m^2)	Sup. útil (m^2)	$P_h (W)$	$q_h \left(\frac{W}{m^2} \right)$	$q_u \left(\frac{W}{m^2} \right)$	$T_{\text{màx sup terra}} (^\circ C)$	$T_{\text{superfície terra}} (^\circ C)$
<i>Planta Baixa</i>							
Menjador	27,90	27,90	2419	86,7	86,7	29	26,5
Cuina	11,17	7,66	900	80,57	117,49	29	29
Safareig	6,32	6,32	602	95,25	95,25	29	27,5
Bany 1	5,43	3,19	378	69,61	118,5	33	29,5
Hab. Matrimoni	15,47	12,83	1147	74,14	89,4	29	27
Bany 2	2,43	1,73	201	82,72	116,19	33	29,5
Rebedor	4,73	4,73	476	100,63	100,63	29	28
Escala	5,40	5,40	472	87,41	87,41	29	26,5
<i>Planta Primera</i>							
Habitació Doble 1	16,29	14,78	893	54,82	60,42	29	25
Habitació Doble 2	16,18	14,46	892	55,13	61,69	29	25
Habitació Doble 3	10,35	9,39	667	64,44	71,03	29	25,5
Passadís	4,19	4,19	277	66,11	66,11	29	25
Vestidor	2,28	2,28	185	81,14	81,14	29	26
Bany 3	8,35	5,49	513	61,44	93,44	33	27,5

Taula 2.31 Resultats obtinguts



2.1.3.2.2 Determinació de la distància de separació entre tubs i dels metres linials de tubs necessaris

La separació entre tubs depèn del cabal que circuli per cada circuit i del salt tèrmic, és a dir, la diferència de temperatura entre l'anada i el retorn. Es treballarà amb salts tèrmics petits i baixes temperatures d'anada, sempre que els circuits no superin els 120 m de longitud. S'estableixen quatre hipòtesis de càlcul, segons les temperatures d'anada siguin 35, 40, 45 o 50 °C, per cada temperatura d'anada s'assigna una de retorn i una temperatura mitja de l'aigua en el circuit, així fixem els valors de la Taula 2.32. Com es pot veure es té en compte que a menor temperatura d'anada menor salt tèrmic, el que implicarà necessàriament major cabal de circulació.

T_{ida}	$T_{retorno}$	T_m	ΔT
35	29	32	6
40	32	36	8
45	35	40	10
50	38	44	12

Taula 2.32 Hipòtesis de temperatures de l'aigua als circuits.

Es calcula a continuació el salt tèrmic T^* entre la temperatura mitja de l'aigua als circuits T_m i la temperatura ambient interior de disseny T_a per cada una de les hipòtesis, segons:

$$T^* = T_m - T_a$$

Eq. 2.10

Es pren el circuit amb major càrrega tèrmica q_u , i es comprova en la gràfica de la Figura 2.17 amb quin valor de T^* es pot cobrir la demanda de calor per distàncies de separació superiors a les tècniques i comercialment viables (degut a les formes de distribució del tub o a la mínima separació que ens permeti la placa base que es



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



col·locarà), i es comprova també si la superfície de l'habitació no supera la superfície màxima indicada a la Taula 2.33 per a la separació entre tubs corresponent. Cap circuit haurà d'ocupar més superfície de la màxima recomanada doncs el salt tèrmic seria massa gran, podent donar lloc a franges fredes del terra en època hivernal i calentes a l'estiu.

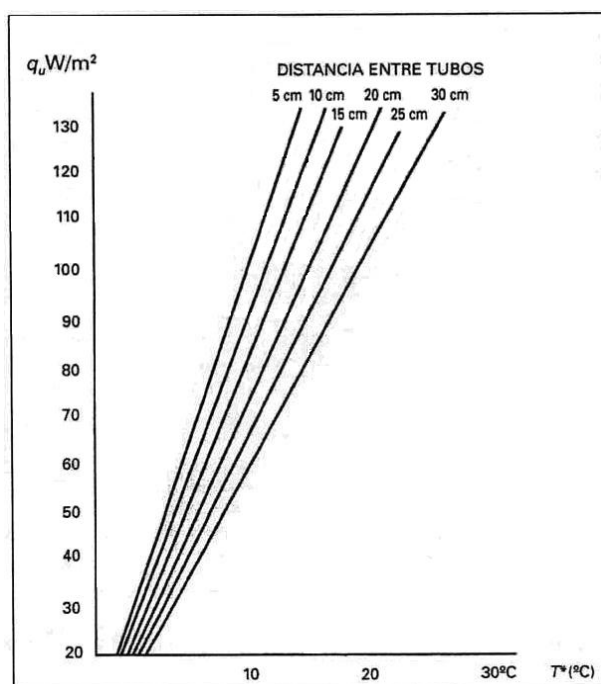


Figura 2.17 Emissió tèrmica del terra en funció del salt tèrmic $T_m - T_a$, i de la distància de separació entre tubs de 16/20.

d		5	8	10	15	16	20	25	30	33
m/m^2		23	14	12	8,4	8	6,5	5,5	4,8	4,4
S_{max}	12/16	5	8	9,5	13	14	17	20	23	25
(m^2)	16/20	6	9,5	11	16	16,5	20,5	24	27,5	30

Taula 2.33 Metres lineals necessaris per m^2 de circuit en funció de la distància de separació entre tubs, i superfície màxima recomanada del circuit en funció de la distància de separació entre tubs i del diàmetre del tub.



Escollit T^* , es determina en la mateixa gràfica la separació entre línies de tub d , de cada un dels locals. En aquesta gràfica s'estimen les distàncies de separació si s'utilitza tub de 16/20, d_{20} . Si es desitja calcular la separació per a utilitzar tubería de 12/16 es pot aplicar la següent relació:

$$d_{16} = \frac{d_{20}}{1,2}$$

Eq. 2.11

Si un cop determinada d , algun local tingui més superfície que la màxima que li correspondria segons la Taula 2.33, llavors en aquella es realitzarien 2 o més circuits. Com a norma s'evitaran circuits de més de 120 metre linials de tub de 16/20 o de més de 100 metres linials de tub de 12/16.

Coneguda la distància entre tubs per a tots els circuits es pot saber quina longitud de tub M_c , es necessària per a cada un d'ells sense més que multiplicar la superfície útil del circuit S_u , pels metres de tub que es gasten per cada metre quadrat, valor aproximat que es troba a la Taula 2.33, i en el que es tenen en compte per a viendes la distància d'anada i retorn al distribuïdor:

$$M_c = (\text{metres} / m^2) \cdot S_c$$

Eq. 2.12

La superfície del circuit S_u , no té perquè coincidir amb la superfície del local o l'estancia S_h , doncs ja s'ha vist que hi haurà habitacions que pel seu tamany necessitin més d'un circuit, o que hi ha estàncies on no es pot o no es necessari estendre el tub en tota la seva superfície (p.e. sota mobles de cuina, de banyeres, de xemeneies, etc.). Quan el local no està compartimentat amb tabiqueria es pot escollir el criteri de realitzar els circuits el més homogenis possibles en quant a superfície i forma, tot i que sempre és possible tenir en compte altres factors, com l'activitat de les persones que ocuparan la zona, orientació de la mateixa, etc.



En ocasions es necessita calcular amb major precisió els metres necessaris de tub per circuit. Per això es pot utilitzar la fórmula següent, que tot i que també és aproximada permet introduir variables particulars:

$$M_c = \left[b \cdot \left(\frac{a}{d} + 1 \right) + 2 \cdot D_c \right]$$

Eq. 2.13

On: b : amplada en metres de la superfície rectangular que ocuparà el circuit.
 a : llargària en metres de la superfície rectangular que ocuparà el circuit.
 D_c : distància des del començament del circuit al distribuïdor en metres.
 d : separació entre línies de tubs en metres.

Evidentment, els metres totals de tubs necessaris serà la suma dels necessaris per a cada un dels circuits:

$$M = \sum_i M_{ci}$$

Eq. 2.14

No obstant això, la quantitat de metres de tub que s'han de comprar serà superior, doncs els rotllos venen amb longituds estandaritzades.

2.1.3.2.2.1 Resum càlculs obtinguts

A la Taula 2.34 es mostren els resultats dels càlculs obtinguts que fan referència als metres linials de tub que es necessitaran.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Local	Sup. total (m^2)	Sup. útil (m^2)	P_h (W)	q_h $\left(\frac{W}{m^2}\right)$	q_u $\left(\frac{W}{m^2}\right)$	Dist. tubs (cm)	Metres linials (m)
<i>Planta Baixa</i>							
Menjador	27,90	27,90	2419	86,7	86,7	24	160
Cuina	11,17	7,66	900	80,57	117,49	16	62
Safareig	6,32	6,32	602	95,25	95,25	24	37
Bany 1	5,43	3,19	378	69,61	118,5	16	26
Hab. Matrimoni	15,47	12,83	1147	74,14	89,4	24	74
Bany 2	2,43	1,73	201	82,72	116,19	16	14
Rebedor	4,73	4,73	476	100,63	100,63	24	27
Escala	5,40	5,40	472	87,41	87,41	24	31
Local	Sup. total (m^2)	Sup. útil (m^2)	P_h (W)	q_h $\left(\frac{W}{m^2}\right)$	q_u $\left(\frac{W}{m^2}\right)$	Dist. tubs (cm)	Metres linials (m)
<i>Planta Primera</i>							
Habitació Doble 1	16,29	14,78	893	54,82	60,42	32	67
Habitació Doble 2	16,18	14,46	892	55,13	61,69	32	66
Habitació Doble 3	10,35	9,39	667	64,44	71,03	32	43
Passadís	4,19	4,19	277	66,11	66,11	32	19 (*1)
Vestidor	2,28	2,28	185	81,14	81,14	32	11
Bany 3	8,35	5,49	513	61,44	93,44	24	32

Taula 2.34. Resultats obtinguts (continuació)

Així doncs seran necessaris 669 metres de tub.

Cabal dels circuits. Cabal de la instal·lació. Determinació de la pèrdua de càrrega.



Escollit el valor de T^* , es pot calcular el cabal necessari per a cada circuit, doncs a cada valor de T_m se li pot fer correspondre un valor d' ΔT . El cabal de disseny de cada circuit C_c , es determina amb l'expressió:

$$C_c = \frac{q_c \cdot S_c}{\Delta T}$$

Eq. 2.15

El cabal de disseny de la instal·lació està determinat pel sumatori dels corresponents a cada circuit:

$$C = \sum_i C_{ci}$$

Eq. 2.16

Conegut el cabal dels circuits i cabal total, es pot determinar la pèrdua de càrrega o caiguda de pressió que han de vèncer les bombes, per això s'ha d'utilitzar la gràfica de la Figura 2.18. En aquesta gràfica estan representades les corbes de pèrdua de càrrega del tub de 12/16 i 16/20, en mil·límetres de columna d'aigua per metre linial de tuberia en funció del cabal en litres per hora que circula per ells. Per a determinar la pèrdua de càrrega en un circuit p_c , s'extrau de la gràfica el valor de mmc/m en funció del cabal del circuit en qüestió i es multiplica pels metres de tub que s'ha calculat que es gastaran en aquest circuit.

$$p_c = (mmca / m) \cdot M_c$$

Eq. 2.17



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

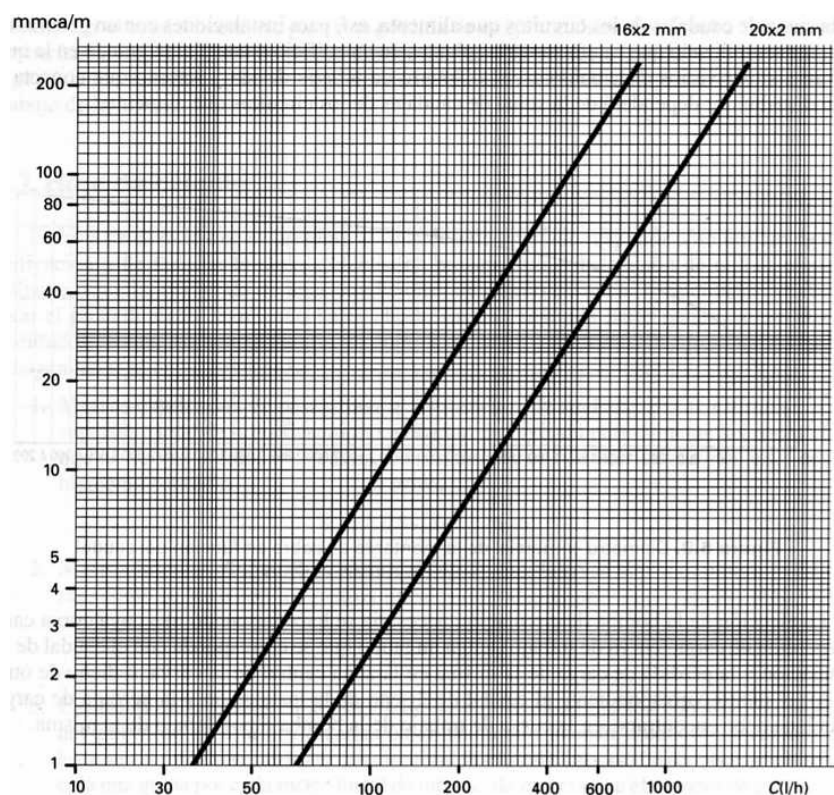


Figura 2.18 Caiguda de pressió en tuberies de plàstic de 16/20 i de 20/25

La caiguda de pressió total de la instal·lació de manera simplificada es calcula sumant la de cada circuit i multiplicant el total per un factor 1,2 per afegir un 20% més per las pèrdues en distribuïdors, caldera, valvuleria i canonades generals.

$$p = 1,2 \cdot \sum_i p_{ci}$$

Eq. 2.18

El diàmetre de les canonades generals o montants, que es realitzen habitualment amb tub de coure, pot determinar-se amb la gràfica de la Figura 2.19. En ella s'han tingut en compte les caigudes de pressió en les canonades generals inferiors a 20 mmca/m i velocitats de circulació compreses entre 0,35 i 0,85 m/s. Cada distribuïdor de circuits ha de ser connectat a unes canonades generals d'un diàmetre que estarà en funció de la suma de cabals dels circuits que alimenta, així, per instal·lacions amb un generador de



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



calor centralitzat que calefacta diferents plantes d'un edifici o una planta gran en la que es situaran diferents distribuïdors, el diàmetre de canonada d'anada i retorn que connecta a cada distribuïdor dependrà de la suma de cabals dels circuits que alimenti.

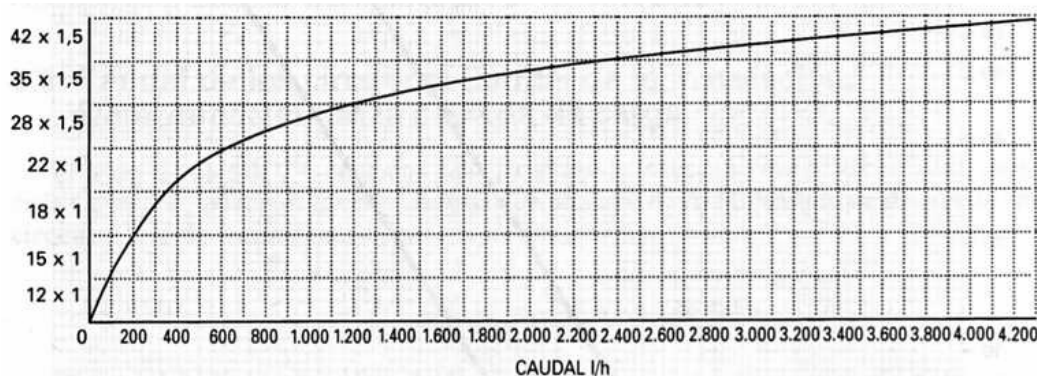


Figura 2.19 Diàmetre comercial del montant de coure en funció del cabal de la instal·lació.
(Exterior * espessor de paret)

L'elecció de la bomba de circulació necessària es fa buscant una la qual la seva corba cabal/pèrdua de càrrega (corba de treball) tingui un punt que es correspongui amb el cabal de la instal·lació i la pèrdua de càrrega de la mateixa en la zona central, o dit d'una altra manera: el punt corresponent al cabal de disseny de la instal·lació i la pèrdua de càrrega calculada ha de trobar-se en la corba de treball de la bomba o per sota de la mateixa.

A continuació es mostra la Taula 2.35 amb el resum dels resultats obtinguts de distància entre tubs, metres linials de tub així com el circuit al que corresponen per a cada dependència de la vivenda.

A la Taula 2.36 es mostra el resum de la superfície útil, dels metres linials i de la q_c de cada circuit de la vivenda.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Local	Sup. útil (m^2)	$P_h (W)$	$q_u \left(\frac{W}{m^2} \right)$	Dist. tubs (cm)	Metres linials (m)	Circuit
Menjador	27,90	2419	86,7	24	160	1 i 2
Cuina	7,66	900	117,49	16	62	5
Safareig	6,32	602	95,25	24	37	5
Bany 1	3,19	378	118,5	16	26	4
Hab. Matrimoni	12,83	1147	89,4	24	74	4
Bany 2	1,73	201	116,19	16	14	3
Rebedor	4,73	476	100,63	24	27	2
Escala	5,40	472	87,41	24	31	-
Habitació Doble 1	14,78	893	60,42	32	67	6
Habitació Doble 2	14,46	892	61,69	32	66	7
Habitació Doble 3	9,39	667	71,03	32	43	8
Passadís	4,19	277	66,11	32	19	8
Vestidor	2,28	185	81,14	32	11	9
Bany 3	5,49	513	93,44	24	32	9

Taula 2.35 Taula resum dels resultats obtinguts

	Sup. útil circuit (m^2)	Metres linials circuit (m)	q_c (W/m^2)
Circuit 1	20,93	120	95
Circuit 2	11,71	67	93
Circuit 3	1,73	14	110
Circuit 4	16,02	100	100
Circuit 5	13,98	99	107
Circuit 6	14,78	67	80
Circuit 7	14,46	66	80
Circuit 8	13,58	62	80
Circuit 9	7,77	43	95

Taula 2.36 Taula resum dels circuits

La Taula 2.37 mostra el valor del C_c per a cada circuit de la vivenda.

	$C_c (L/h)$
Circuit 1	248,54
Circuit 2	136,12
Circuit 3	23,79
Circuit 4	200,25
Circuit 5	186,98
Circuit 6	147,8
Circuit 7	144,6
Circuit 8	135,8
Circuit 9	92,26

Taula 2.37 Valor de C_c per a cada circuit

Així doncs s'obté un cabal total de disseny de la instal·lació de $C = 316,14 L/h$.

La Taula 2.38 mostra els resultats de les pèrdues de càrrega, els metres linials i el valor de P_c de cada circuit instal·lat en la vivenda.

	mmca/m	Metres linials circuit (m)	P_c
Circuit 1	7,5	120	900
Circuit 2	3,5	67	234,5
Circuit 3	-	14	-
Circuit 4	8	100	800
Circuit 5	6,5	99	643,5
Circuit 6	4	67	268
Circuit 7	4	66	264
Circuit 8	3,75	62	232,5
Circuit 9	2	43	86

Taula 2.38 Resultats pèrdues càrrega, metres linials circuit i P_c



La caiguda de pressió total de la instal·lació de manera simplificada es calcula sumant la de cada circuit i multiplicant el total per un factor 1,2 per afegir un 20% més per las pèrdues en distribuïdors, caldera, valvuleria i canonades generals.

$$p = 1,2 \cdot \sum_i p_{ci}$$

$$p = 4.114,2 \text{ mmca}$$

El diàmetre de les canonades generals o montants, que es realitzen habitualment amb tub de coure seran, observant la Figura 2.19, de $35 \times 1,5$ mm.

2.1.3.3 Càlcul terra radiant en mode refrescament

A l'hora de dimensionar el terra radiant pel refrescament, cal tenir en compte una limitació: la temperatura de la superfície del terra no podrà ser inferior al punt de rosada (T_{rs}). Per sota de la temperatura de rosada l'aigua de l'ambient condensarà sobre el terra, a l'arribar la humitat relativa al 100%. Si es manté T_{st} per sobre del punt de rosada, s'evitarà que l'aigua condensi sobre el terra i no creï així superfícies lliscants que podrien resultar perilloses.

Per determinar T_{rs} s'ha utilitzat el diagrama psicromètric de l'aire atmosfèric. S'opta per una temperatura mitjana màxima durant les hores de Sol a l'estiu de 27°C i una humitat relativa exterior del 50%. Així doncs la temperatura de rosada, i per tant la que condicionarà la temperatura de la superfície del terra, serà de $15,7^\circ\text{C}$ (Figura 2.20).



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

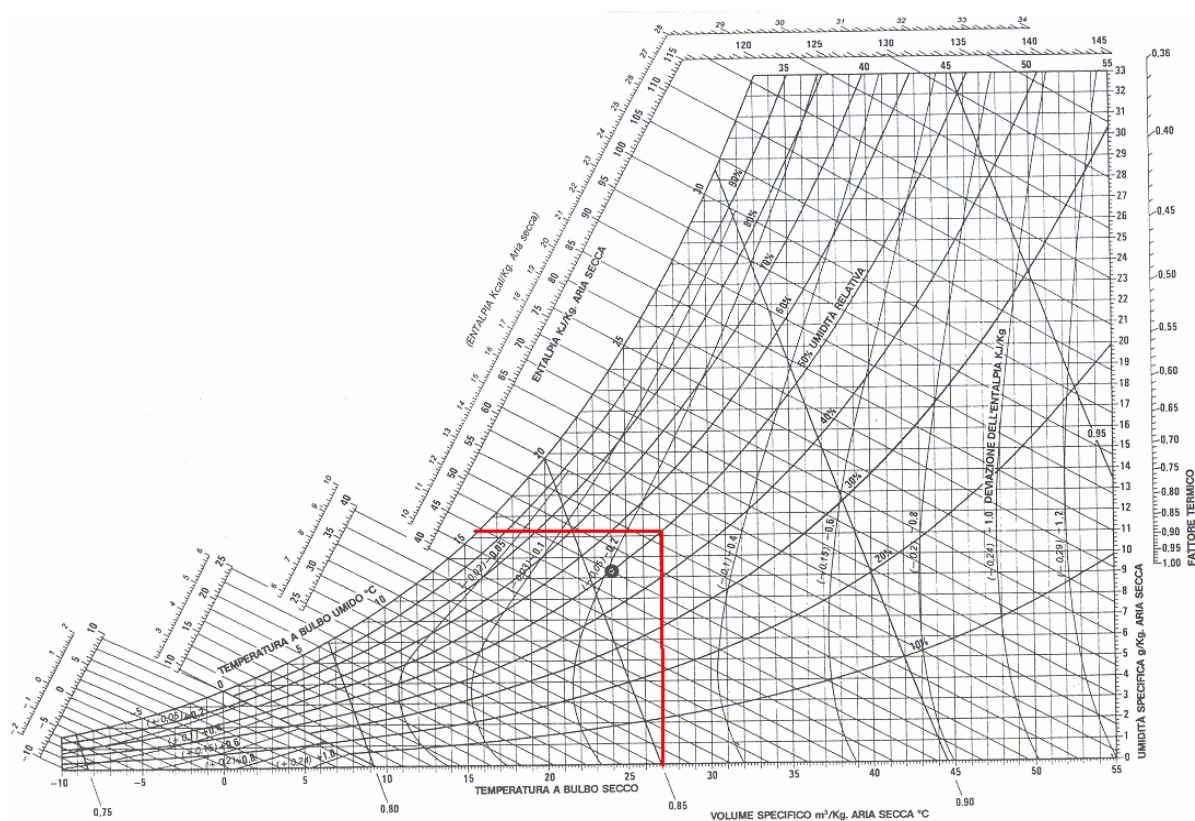


Figura 2.20 Resultat diagrama psicromètric

El flux calorífic q i la temperatura del terra T_{st} , es relacionen de manera diferent que per a la calefacció. En aquest cas, es calcula segons la llei de Newton de la convecció, utilitzant un coeficient de transferència combinat de radiació i convecció. Segons Ortega, M. i A., aquest coeficient h_{rc} pren el valor de $8,2 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$. Aleshores, T_{st} es calcula així:

$$T_{st} = T_{at} - \frac{q}{h_{rc}}$$

Eq. 2.19

Després de consultar diferents articles tècnics envers el terra radiant en el seu mode de refrescament, s'ha optat per generalitzar (i d'aquesta manera simplificar càlculs i sobredimensionar la instal·lació) que la instal·lació de terra radiant en mode refrescament és capaç tan sols d'absorbir 32 W/m^2 .



Així doncs s'obté una temperatura superficial del terra de:

$$T_{st} = 23,09 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

Eq. 2.20

i per tant queda justificat que la vivenda no patirà condensacions superficials.

Tot i així la instal·lació d'una sonda antincondensacions amb mesura de la humitat relativa ambiental permetrà a la instal·lació regular més concretament l'absorció de calor a la vivenda.

El funcionament de l'equip de regulació i control es troba exposat a l'apartat 1.8.2.2.10.

A continuació es mostra la Taula 2.39 on s'exposen els resultats obtinguts per al terra radiant en mode refrescament per a la planta baixa, i a la Taula 2.40 per a la primera planta.

Habitació	Cuina	Menjador	Safareig	Bany 1	Hab. Matrimoni	Bany 2	Rebedor	Escala
S (m²)	11,17	27,9	6,32	5,43	15,47	2,43	4,73	5,40
Q (W)	245,12	892,8	202,24	102,08	410,56	55,6	151,36	172,8
Codi Circuit	5	1 i 2	5	4	4	3	2	-
S_{útil}	7,66	27,9	6,32	3,19	12,83	1,73	4,73	5,40
T_{st min} (°C)	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
T_{an} (°C)	7	7	7	7	7	7	7	7
T_{rt} (°C)	12	12	12	12	12	12	12	12
d_t (cm)	16	24	24	16	24	16	24	24
L (m)	62	160	37	26	74	14	27	31
Cabal (L/h)	186,98	248,54	186,98	200,25	200,25	23,79	136,12	-

Taula 2.39 Resultats obtinguts per al terra refrescant a la planta baixa



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Habitació	Hab. Doble 1	Hab. Doble 2	Hab. Doble 3	Passadís	Vestidor	Bany 3
S (m ²)	16,29	16,18	10,35	4,19	2,28	8,35
Q (W)	472,96	462,72	300,48	134,08	72,96	175,68
Codi Circuit	6	7	8	8	9	9
S _{útil}	14,78	14,46	9,39	4,19	2,28	5,49
T _{st} (°C)	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
T _{an} (°C)	7	7	7	7	7	7
T _{rt} (°C)	12	12	12	12	12	12
d _t (cm)	32	32	32	32	32	24
L (m)	67	66	43	19	11	32
Cabal (L/h)						

Taula 2.40 Resultats obtinguts per al terra refrescant a la primera planta



2.1.4 Càlcul de les pèrdues de càrrega

La finalitat de determinar les pèrdues de càrrega totals de la instal·lació és la de poder triar les bombes de circulació més adients per cada circuit.

2.1.4.1 Mètode de càlcul

A l'hora de realitzar els càlculs s'ha de distingir entre les pèrdues de càrrega contínues, degut al fregament del fluid amb les parets de la canonada, les pèrdues de càrrega singulars, degudes a la resistència que ofereixen els colzes, les vàlvules i tots els elements que obstaculitzen el pas del líquid, i les pèrdues de càrrega singulars degudes a altres elements (col·lectors solars, serpentins, circuits de terra radiant, etc.)

Pèrdues de carga continues

L'equació general de pèrdua de càrrega en conduccions amb flux permanent i uniforme, sigui conducció oberta o tancada és:

$$H_r = C_f \cdot \frac{L}{R_h} \frac{V^2}{2g}$$

Eq. 2.21

Substituint a l'Eq. 2.21 el radi hidràulic R_h pel seu valor en funció del diàmetre s'obté l'equació de pèrdues de carrega en canonades circulars, o equació de Darcy-Weisbach (Eq. 2.22).

$$H_r = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g}$$

Eq. 2.22



On:

H_r és la pèrdua de càrrega contínua, en metres de columna d'aigua (m.c.a.),

L és la longitud de la canonada, en m,

g és l'acceleració de la gravetat, fixada en $9,81 \text{ m/s}^2$,

f és el coeficient de fricció (adimensional).

V és la velocitat mitja en m/s

d és el diàmetre interior en m

En conducció, el normal és tenir com a dada el cabal, aleshores l'Eq. 2.22 queda:

$$H_r = 0,0827 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

Eq. 2.23

On:

Q és el cabal volumètric, en m^3/s .

Per calcular el coeficient de fricció (f), en primer lloc cal calcular el nombre de Reynolds:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot v}$$

Eq. 2.24

On:

μ és la viscositat dinàmica, en $\text{Pa} \cdot \text{s}$,

ρ és la densitat del líquid, en kg/m^3 ,

d és el diàmetre interior de la canonada, en m,



ν és la viscositat cinemàtica del fluid, en m^2/s .

La velocitat del fluid es calcula amb la fórmula (Eq. 2.25):

$$\nu = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\rho \cdot \pi \cdot d^2}$$

Eq. 2.25

On:

\dot{m} és el cabal màssic circulant per la canonada, en kg/s .

Si $\text{Re} < 2000$, el règim és laminar, i f pren el valor de:

$$f = \frac{64}{\text{Re}}$$

Eq. 2.26

Si $\text{Re} \geq 2000$, el règim és turbulent. En aquest cas, s'ha de diferenciar entre:

- a) *Canonada hidràulicament llisa*: quan la rugositat queda coberta per la subcapa laminar. La rugositat tampoc influeix en el valor de f , doncs cap punt de la paret queda afectat per la viscositat de la turbulència.

$$f = \frac{0,3164}{\text{Re}_D^{1/4}}$$

Eq. 2.27

Fórmula molt exacta tot i tan sols vàlida pel rang $2300 < \text{Re} < 10^5$



- b) *Canonada hidràulicament rugosa*: quan la rugositat emergeix de la subcapa laminar, quedant uns punts de la paret afectats per la viscositat de turbulència i altres no.

$$\frac{1}{f} = -2 \cdot \log_{10} \frac{k/D}{3,7}$$

Eq. 2.28

- c) *Règim turbulent amb domini de la rugositat*: com major sigui el número de Reynolds, més prima resulta la subcapa laminar, més punts de la paret queden afectats per la viscositat de turbulència i menys per la viscositat del fluid.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{\text{Re}_D \cdot \sqrt{f}} \right)$$

Eq. 2.29

Pèrdues de càrrega singulars

Les pèrdues de càrrega singulars o locals es produeixen quan la corrent perd la seva uniformitat i es veu alterada a causa d'obstacles en les conduccions, així com vàlvules, eixamplaments, reduccions, colzes, canvis de direcció, derivacions, etc., que dissipin l'energia.

La determinació rigorosa de les pèrdues de càrrega singulars és complexa ja que depenen de la velocitat amb que passa el fluid per l'obstacle, la qual no és constant. En instal·lacions com la que es projecta és molt útil la utilització del mètode de la longitud equivalent, que consisteix en substituir l'accessori per una longitud equivalent de tub, que origini per fregament la mateixa pèrdua.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Coneguda la longitud equivalent d'un accessori, es pot calcular la pèrdua de carrega que origina ($H_{r \text{ singular}}$) aplicant l'Eq. 2.22, substituint la longitud L de la canonada per la longitud equivalent L_E de la peça.

$$H_{r \text{ singular}} = f \cdot \frac{L_E}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Eq 2. 30

A la Figura 2.21 (de la firma Gould Pumps, U.S.A), s'expressa el valor de la longitud equivalent pels diferents accessoris.

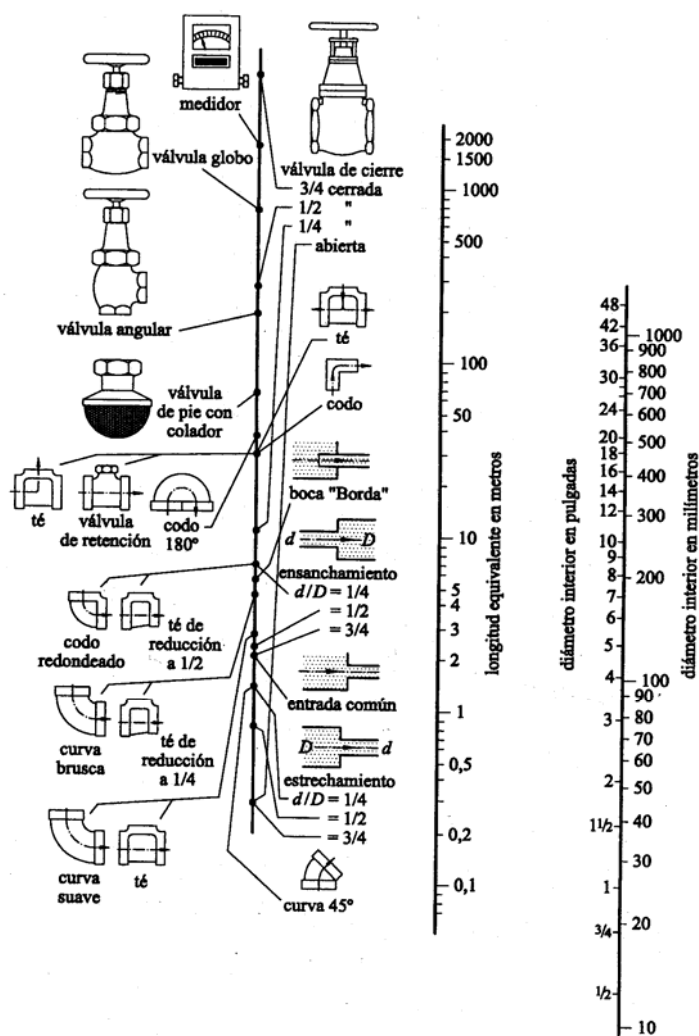


Figura 2.21 Gràfic de la longitud equivalent



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



La L_E també es pot determinar amb l'ajuda de la Figura 2.22 que expressa el valor de la longitud equivalent pels diferents accessoris.

DIÀMETRO EN PULGADAS	CODO 90°	*T*	REDUCCIÓ	VÁLVULA BOLA	VÁLVULA COMPUERTA	VÁLVULA RETENCIÓ	VÁLVULA ESFÉRICA	RADIADOR CON VÁLVULA
3/8	0,40	1,50	0,20	1,10	0,14	1,40	3	5
1/2	0,50	1,70	0,30	1,35	0,18	1,70	4	6
3/4	0,60	1,80	0,50	1,75	0,21	2,30	5	7
1	0,80	1,90	0,65	2,30	0,26	2,85	7	8
1 1/4	1,00	2,40	0,85	2,90	0,36	3,70	9	9
1 1/2	1,30	3,00	1,00	3,50	0,44	4,70	11	10
2	1,70	4,00	1,30	4,50	0,55	5,75	15	11
2 1/2	1,90	4,50	2,00	5,50	0,70	6,90	18	12
3	2,00	5,50	2,30	6,70	0,80	8,40	24	13
4	2,20	7,30	3,00	8,80	1,10	11,10	36	14
5	2,90	9,00	4,00	10,80	1,50	12,80	42	15
6	4,00	11,00	5,00	13,10	1,70	15,40	50	16

Figura 2. 22 Valors de L_E dels elements més usuals

Pèrdues de carrega singulars (altres elements)

Es determinen tenint en compte la informació facilitada pels fabricants, o bé mitjançant càlculs particulars per a cada element. Un exemple de pèrdues de carrega singulars d'altres elements poden ser els serpentins de bescanvi dels dipòsits, etc.

2.1.4.2 Pèrdues de càrrega en la instal·lació convencional

S'estudiaran les pèrdues de càrrega en el circuit per on circula l'aigua calenta des de la caldera fins al circuit de radiadors. Les propietats físiques de l'aigua es poden veure a la Taula 2.41.



Les variables de disseny que s'utilitzaran en els càlculs d'aquest apartat es poden veure a la Taula 2.42 (les propietats han estat extretes de la taula A-9 del Quadern EPS – Núm. 52, Transferència de calor).

Temperatura (°C)	Densitat (kg/m ³)	Viscositat dinàmica (Pa·s)
25	997,0	0,890·10 ⁻³
30	996,0	0,798·10 ⁻³
40	992,1	0,653·10 ⁻³
50	988,1	0,547·10 ⁻³
60	983,3	0,467·10 ⁻³
70	977,5	0,404·10 ⁻³
80	971,8	0,355·10 ⁻³

Taula 2.41 Propietats físiques de l'aigua a 1 bar

Fluid	Aigua calenta
Densitat (kg/m ³)	971,8
Temperatura d'impulsió (°C)	80
Temperatura de retorn (°C)	60
Temperatura de treball (°C)	70
Viscositat dinàmica (Pa·s)	0,355·10 ⁻³
ε canonades de coure (mm)	0,0015

Taula 2.42 Variables de disseny per al càlcul de les pèrdues de càrrega

Per tal de realitzar els càlculs es fixarà un màxim de pèrdues de càrrega per metre lineal: 10 mmca/m. A la Figura 2.23 es pot veure l'esquema del circuit per tal d'establir els diferents trams que el conformaran.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



El cabal d'aigua en el radiador es calcula amb:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{C_p \cdot \Delta T}$$

Eq. 2.31

On:

\dot{m} és el cabal màssic, en kg/s

\dot{Q} és la potencia tèrmica necessària, en W

C_p és el calor específic de l'aigua (4182 J/kg·K)

ΔT és la disminució de temperatura

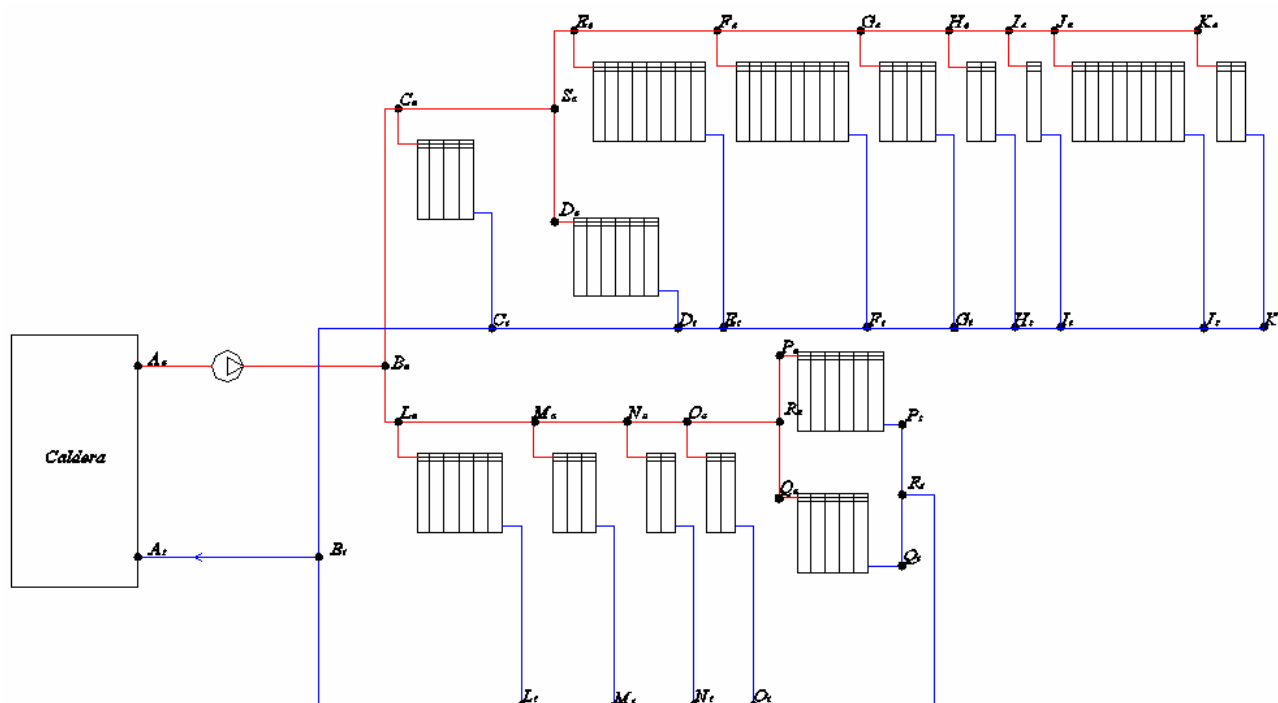


Figura 2.23 Esquema de la vivenda amb la designació dels trams



En la Taula 2.43 es mostren els resultats del càlcul dels cabals per a cada local de la vivenda.

Els resultats del càlcul de les pèrdues de càrrega contínues, tram per tram, es poden veure a la Taula 2.44 on a més a més s'hi mostra el cabal màssic, la longitud, la velocitat del fluid, el nombre de Reynolds, el coeficient f també per a cada tram del circuit de calefacció.

El diàmetre exterior de les canonades s'ha procurat d'unificar en dos: 16 mm, 13 mm el seu diàmetre interior, i 20 mm, 16,2 mm el seu diàmetre exterior.

El primer s'utilitzarà en tots els ramals de connexió de la planta, mentre que el segon s'emprarà des de la caldera fins a la seva ramificació.

Ubicació del Radiador	\dot{Q} (W)	\dot{m} (kg/s)
Menjador	2.419	0,0289
Cuina	900	0,0108
Safareig	602	0,0072
Habitació Matrimoni	1.147	0,0137
Bany 1	378	0,0045
Bany 2	201	0,0024
Rebedor	476	0,0057
Escala	472	0,0056
Habitació Doble 1	893	0,0107
Habitació Doble 2	892	0,0107
Habitació Doble 3	667	0,0079
Vestidor	185	0,0022
Bany 3	513	0,0061
Passadís	277	0,0033

Taula 2.43 Resultat del càlcul del cabal en els radiadors



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Tram	\dot{m} (kg/s)	L (m)	d_i (m)	v (m/s)	Re	f	$H_{r \text{ continues}}$ (mca)
Aa-Ba	0,12	0,2	0,03	0,14	26.523,10	0,02	$5,69 \cdot 10^{-3}$
Ba-Ca	0,08	1,54	0,03	0,15	17.468,05	0,02	$2,08 \cdot 10^{-2}$
Ca-Sa	0,07	1,48	0,02	0,13	15.874,01	0,02	$1,69 \cdot 10^{-2}$
Ca-Ct	0,01	1,35	0,02	0,02	1.986,42	0,03	$5,3 \cdot 10^{-4}$
Sa-Da	0,01	2,08	0,03	0,02	2.391,06	0,04	$9,2 \cdot 10^{-4}$
Da-Dt	0,01	1,35	0,02	0,03	2.979,63	0,04	$1,68 \cdot 10^{-3}$
Sa-Ea	0,06	5,19	0,03	0,11	13.482,95	0,02	$4,44 \cdot 10^{-2}$
Ea-Fa	0,05	5,73	0,03	0,08	10.272,72	0,03	$3,04 \cdot 10^{-2}$
Ea-Et	0,01	1,35	0,02	0,04	4.000,43	0,04	$2,76 \cdot 10^{-3}$
Fa-Ga	0,03	2,38	0,03	0,06	7.062,50	0,03	$6,61 \cdot 10^{-3}$
Fa-Ft	0,01	1,35	0,02	0,04	4.000,43	0,04	$2,76 \cdot 10^{-3}$
Ga-Ha	0,03	1,74	0,03	0,05	5.800,55	0,03	$3,45 \cdot 10^{-3}$
Ga-Gt	0,01	1,35	0,02	0,01	1.572,58	0,04	$4,2 \cdot 10^{-4}$
Ha-Ia	0,02	3,6	0,03	0,03	4.560,73	0,03	$4,73 \cdot 10^{-3}$
Ha-Ht	0,01	2,35	0,02	0,01	1.545,00	0,04	$7,2 \cdot 10^{-4}$
Ia-Ja	0,02	3	0,03	0,03	4.029,39	0,04	$3,19 \cdot 10^{-3}$
Ia-It	0,002	1,75	0,02	0,01	662,14	0,09	$2,3 \cdot 10^{-4}$
Ja-Ka	0,004	4,4	0,03	0,01	996,28	0,06	$4,5 \cdot 10^{-4}$
Ja-Jt	0,01	1,35	0,02	0,04	3.779,72	0,04	$2,50 \cdot 10^{-3}$
Ka-Kt	0,004	1,75	0,02	0,01	1.241,51	0,05	$4,3 \cdot 10^{-4}$
Kt-Jt	0,004	5,7	0,03	0,01	766,19	0,08	$7,6 \cdot 10^{-4}$
Jt-It	0,02	2,4	0,03	0,03	3.098,81	0,04	$2,77 \cdot 10^{-3}$
It-Ht	0,02	3,53	0,03	0,03	3.507,44	0,04	$5,02 \cdot 10^{-3}$
Ht-Gt	0,03	1,9	0,03	0,05	4.460,92	0,03	$4,06 \cdot 10^{-3}$
Gt-Ft	0,03	2,22	0,03	0,06	5.431,43	0,03	$6,64 \cdot 10^{-3}$
Ft-Et	0,05	5,76	0,03	0,08	7.900,26	0,03	$3,28 \cdot 10^{-2}$
Et-Dt	0,06	5,18	0,03	0,11	10.369,10	0,03	$4,73 \cdot 10^{-2}$
Dt-Ct	0,07	2,56	0,03	0,13	12.207,95	0,03	$3,11 \cdot 10^{-2}$
Ct-Bt	0,08	1,89	0,03	0,15	13.433,85	0,02	$2,71 \cdot 10^{-2}$
Ba-La	0,04	5,5	0,03	0,07	9.077,19	0,03	$2,36 \cdot 10^{-2}$
La-Ma	0,03	7,3	0,03	0,05	6.708,26	0,03	$1,85 \cdot 10^{-2}$

Taula 2.44 Pèrdues de carrega continues als trams de la vivenda



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Tram	\dot{m} (kg/s)	L (m)	d_i (m)	v (m/s)	Re	f	H_r continues(mca)
La-Lt	0,01	1,35	0,02	0,03	2.952,04	0,04	$1,65 \cdot 10^{-3}$
Ma-Na	0,02	4,7	0,02	0,04	5.357,76	0,03	$8,13 \cdot 10^{-3}$
Ma-Mt	0,01	1,35	0,02	0,02	1.682,94	0,03	$4,5 \cdot 10^{-4}$
Na-Oa	0,02	3,5	0,02	0,04	4.870,69	0,03	$5,14 \cdot 10^{-3}$
Na-Nt	0,002	1,35	0,02	0,01	606,96	0,10	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Oa-Ra	0,02	1,43	0,02	0,04	4.140,08	0,04	$1,59 \cdot 10^{-3}$
Oa-Ot	0,003	1,35	0,02	0,02	910,44	0,07	$2,4 \cdot 10^{-4}$
Ra-Pa	0,01	6,5	0,02	0,03	2.368,92	0,04	$2,84 \cdot 10^{-3}$
Pa-Pt	0,01	1,35	0,02	0,01	2.952,04	0,04	$1,65 \cdot 10^{-3}$
Ra-Qa	0,01	2,5	0,02	0,04	1.771,16	0,03	$4,5 \cdot 10^{-4}$
Qa-Qt	0,01	1,35	0,02	0,03	2.952,04	0,04	$1,65 \cdot 10^{-3}$
Pt-Rt	0,01	6,1	0,02	0,04	1.821,83	0,03	$1,93 \cdot 10^{-3}$
Qt-Rt	0,01	3,03	0,02	0,05	1.362,11	0,04	$7,2 \cdot 10^{-4}$
Rt-Ot	0,02	1,16	0,02	0,03	3.183,94	0,04	$1,40 \cdot 10^{-3}$
Ot-Nt	0,02	3,52	0,02	0,04	3.745,81	0,04	$5,60 \cdot 10^{-3}$
Nt-Mt	0,02	4,57	0,02	0,04	4.120,40	0,04	$8,54 \cdot 10^{-3}$
Mt-Lt	0,03	4,95	0,02	0,05	5.159,01	0,03	$1,35 \cdot 10^{-2}$
Lt-Bt	0,04	5,2	0,02	0,07	6.980,84	0,03	$2,39 \cdot 10^{-2}$
Bt-At	0,12	0,12	0,02	0,14	20.397,66	0,02	$3,61 \cdot 10^{-3}$

Taula 2.44 Pèrdues de carrega continues als trams de la vivenda (continuació)

A continuació es mostra la Taula 2.45 que conté el tipus i número de singularitats, la longitud equivalent d'aquestes i les pèrdues de càrrega singulars per a cadascuna d'elles així com les totals per a cada tram de circuit de calefacció que té algun tipus de singularitat.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Tram	Singularitat	L_E (m)	Nº singularitat	$H_{r \text{ singulars}}$ (mca)	TOTAL(mca)
Aa-Ba	Colze de 90°	0,8	1	$2,27 \cdot 10^{-2}$	$2,07 \cdot 10^{-1}$
	Derivació en T	3	1	$8,53 \cdot 10^{-2}$	
	Vàlvula de tall	3,5	1	$9,95 \cdot 10^{-2}$	
Ca-Ct	Radiador amb valvuleria	8	1	$3,15 \cdot 10^{-3}$	$3,78 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90°	0,8	2	$6,3 \cdot 10^{-4}$	
Sa-Ea	Colze de 90°	0,8	1	$6,85 \cdot 10^{-3}$	$6,85 \cdot 10^{-3}$
Ea-Et	Radiador amb valvuleria	8	1	$1,63 \cdot 10^{-2}$	$1,95 \cdot 10^{-2}$
	Colze de 90°	0,8	2	$3,26 \cdot 10^{-3}$	
Da-Dt	Radiador amb valvuleria	8	1	$9,92 \cdot 10^{-3}$	$1,19 \cdot 10^{-2}$
	Colze de 90°	0,8	2	$1,98 \cdot 10^{-3}$	
Fa-Ft	Radiador amb valvuleria	8	1	$1,63 \cdot 10^{-2}$	$1,95 \cdot 10^{-2}$
	Colze de 90°	0,8	2	$3,26 \cdot 10^{-3}$	
Fa-Ga	Colze de 90°	0,8	2	$4,44 \cdot 10^{-3}$	$4,44 \cdot 10^{-3}$
Ga-Gt	Radiador amb valvuleria	8	1	$2,49 \cdot 10^{-3}$	$2,99 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90°	0,8	2	$5 \cdot 10^{-4}$	
Ha-Ia	Colze de 90°	0,8	3	$3,15 \cdot 10^{-3}$	$3,15 \cdot 10^{-3}$
Ha-Ht	Radiador amb valvuleria	8	1	$2,45 \cdot 10^{-3}$	$2,94 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90°	0,8	2	$4,9 \cdot 10^{-4}$	
Ia-It	Radiador amb valvuleria	8	1	$1,05 \cdot 10^{-3}$	$1,26 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90°	0,8	2	$2,1 \cdot 10^{-4}$	
Ja-Ka	Colze de 90°	0,8	2	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Ja-Jt	Radiador amb valvuleria	8	1	$1,48 \cdot 10^{-2}$	$1,77 \cdot 10^{-2}$
	Colze de 90°	0,8	2	$2,96 \cdot 10^{-3}$	
Ka-Kt	Radiador amb valvuleria	8	1	$1,97 \cdot 10^{-3}$	$2,36 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90°	0,8	2	$3,9 \cdot 10^{-4}$	
Kt-Jt	Colze de 90°	0,8	2	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$
It-Ht	Colze de 90°	0,8	3	$3,41 \cdot 10^{-3}$	$3,41 \cdot 10^{-3}$
Gt-Ft	Colze de 90°	0,8	2	$4,78 \cdot 10^{-3}$	$4,78 \cdot 10^{-3}$
Et-Dt	Colze de 90°	0,8	1	$7,31 \cdot 10^{-3}$	$7,31 \cdot 10^{-3}$
Ct-Bt	Colze de 90°	0,8	1	$1,15 \cdot 10^{-2}$	$1,15 \cdot 10^{-2}$
Ba-La	Colze de 90°	0,8	2	$6,86 \cdot 10^{-3}$	$6,86 \cdot 10^{-3}$
La-Lt	Radiador amb valvuleria	8	1	$9,77 \cdot 10^{-3}$	$1,17 \cdot 10^{-2}$
	Colze de 90°	0,8	2	$1,95 \cdot 10^{-3}$	
Ma-Na	Colze de 90°	0,8	1	$1,38 \cdot 10^{-3}$	$1,38 \cdot 10^{-3}$
Ma-Mt	Radiador amb valvuleria	8	1	$2,67 \cdot 10^{-3}$	$3,21 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90°	0,8	2	$5,4 \cdot 10^{-4}$	

Taula 2.45 Pèrdues de càrrega singulars als trams de la vivenda



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Tram	Singularitat	L_E [m]	Nº singularitat	$H_{r \text{ singulars}}$ (mca)	TOTAL[mca]
Na-Nt	Radiador amb valvuleria	8	1	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90º	0,8	2	$1,9 \cdot 10^{-4}$	
Na-Oa	Colze de 90º	0,8	2	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$
Oa-Ot	Radiador amb valvuleria	8	1	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$1,74 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90º	0,8	2	$2,9 \cdot 10^{-4}$	
Ra-Pa	Colze 90º	0,8	1	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Pa-Pt	Radiador amb valvuleria	8	1	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$4,6 \cdot 10^{-4}$
	Colze de 90º	0,8	1	$4 \cdot 10^{-5}$	
Ra-Qa	Colze 90º	0,8	1	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$
Qa-Qt	Radiador amb valvuleria	8	1	$1,32 \cdot 10^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-3}$
	Colze de 90º	0,8	1	$1,3 \cdot 10^{-4}$	
Pt-Rt	Colze 90º	0,8	2	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
Qt-Rt	Colze 90º	0,8	2	$7,9 \cdot 10^{-4}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$
Ot-Nt	Colze 90º	0,8	2	$2,54 \cdot 10^{-3}$	$2,54 \cdot 10^{-3}$
Nt-Mt	Colze 90º	0,8	1	$9,7 \cdot 10^{-4}$	$9,7 \cdot 10^{-4}$
Lt-Bt	Colze 90º	0,8	2	$7,33 \cdot 10^{-3}$	$7,33 \cdot 10^{-3}$
Bt-At	Colze 90º	0,8	1	$2,40 \cdot 10^{-2}$	$1,14 \cdot 10^{-1}$
	Derivació en T	3	1	$9,02 \cdot 10^{-2}$	

Taula 2.45 Pèrdues de càrrega singulars als trams de la vivenda (continuació)

Un cop calculades les pèrdues de càrrega contínues i singulars de cada tram, s'obté la Taula 2.46, on es mostren les pèrdues de càrrega totals, com a suma de les pèrdues contínues i pèrdues singulars.

Tram	$H_{r \text{ contínues}}$ (mca)	$H_{r \text{ singulars}}$ (mca)	$H_{r \text{ TOTALS}}$ (mca)
Aa-Ba	$5,69 \cdot 10^{-3}$	$2,07 \cdot 10^{-1}$	$2,13 \cdot 10^{-1}$
Ba-Ca	$2,08 \cdot 10^{-2}$	0	$2,08 \cdot 10^{-2}$
Ca-Sa	$1,69 \cdot 10^{-2}$	0	$1,69 \cdot 10^{-2}$
Ca-Ct	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$3,78 \cdot 10^{-3}$	$4,31 \cdot 10^{-3}$
Sa-Da	$9,2 \cdot 10^{-4}$	0	$9,2 \cdot 10^{-4}$
Da-Dt	$1,68 \cdot 10^{-3}$	$1,19 \cdot 10^{-2}$	$1,35 \cdot 10^{-2}$
Sa-Ea	$4,44 \cdot 10^{-2}$	$6,85 \cdot 10^{-3}$	$5,13 \cdot 10^{-2}$
Ea-Fa	$3,04 \cdot 10^{-2}$	0	$3,04 \cdot 10^{-2}$
Ea-Et	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$1,95 \cdot 10^{-2}$	$2,23 \cdot 10^{-2}$

Taula 2.46 Pèrdues de càrrega totals de cada tram de la vivenda



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Tram	H_r continúes(mca)	H_r singulars (mca)	H_r TOTALS (mca)
Fa-Ga	$6,61 \cdot 10^{-3}$	$4,44 \cdot 10^{-3}$	$1,10 \cdot 10^{-2}$
Fa-Ft	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$1,95 \cdot 10^{-2}$	$2,23 \cdot 10^{-2}$
Ga-Ha	$3,45 \cdot 10^{-3}$	0	$3,45 \cdot 10^{-3}$
Ga-Gt	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$2,99 \cdot 10^{-3}$	$3,41 \cdot 10^{-3}$
Ha-Ia	$4,73 \cdot 10^{-3}$	$3,15 \cdot 10^{-3}$	$7,88 \cdot 10^{-3}$
Ha-Ht	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$2,94 \cdot 10^{-3}$	$3,66 \cdot 10^{-3}$
Ia-Ja	$3,19 \cdot 10^{-3}$	0	$3,19 \cdot 10^{-3}$
Ia-It	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$1,26 \cdot 10^{-3}$	$1,49 \cdot 10^{-3}$
Ja-Ka	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \cdot 10^{-4}$
Ja-Jt	$2,50 \cdot 10^{-3}$	$1,77 \cdot 10^{-2}$	$2,02 \cdot 10^{-2}$
Ka-Kt	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$2,36 \cdot 10^{-3}$	$2,79 \cdot 10^{-3}$
Kt-Jt	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$9,7 \cdot 10^{-4}$
Jt-It	$2,77 \cdot 10^{-3}$	0	$2,77 \cdot 10^{-3}$
It-Ht	$5,02 \cdot 10^{-3}$	$3,41 \cdot 10^{-3}$	$8,43 \cdot 10^{-3}$
Ht-Gt	$4,06 \cdot 10^{-3}$	0	$4,06 \cdot 10^{-3}$
Gt-Ft	$6,64 \cdot 10^{-3}$	$4,78 \cdot 10^{-3}$	$1,14 \cdot 10^{-2}$
Ft-Et	$3,28 \cdot 10^{-2}$	0	$3,28 \cdot 10^{-2}$
Et-Dt	$4,73 \cdot 10^{-2}$	$7,31 \cdot 10^{-3}$	$5,46 \cdot 10^{-2}$
Dt-Ct	$3,11 \cdot 10^{-2}$	0	$3,11 \cdot 10^{-2}$
Ct-Bt	$2,71 \cdot 10^{-2}$	$1,15 \cdot 10^{-2}$	$3,86 \cdot 10^{-2}$
Ba-La	$2,36 \cdot 10^{-2}$	$6,86 \cdot 10^{-3}$	$3,04 \cdot 10^{-2}$
La-Ma	$1,85 \cdot 10^{-2}$	0	$1,85 \cdot 10^{-2}$
La-Lt	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$1,72 \cdot 10^{-2}$	$1,88 \cdot 10^{-2}$
Ma-Na	$8,13 \cdot 10^{-3}$	$1,38 \cdot 10^{-3}$	$9,51 \cdot 10^{-3}$
Ma-Mt	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$3,21 \cdot 10^{-3}$	$3,66 \cdot 10^{-3}$
Na-Oa	$5,14 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$7,49 \cdot 10^{-3}$
Na-Nt	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$	$1,31 \cdot 10^{-3}$
Oa-Ra	$1,59 \cdot 10^{-3}$	0	$1,59 \cdot 10^{-3}$
Oa-Ot	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$1,74 \cdot 10^{-3}$	$1,98 \cdot 10^{-3}$
Ra-Pa	$2,84 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$2,95 \cdot 10^{-3}$
Pa-Pt	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$2,11 \cdot 10^{-3}$
Ra-Qa	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$

Taula 2.46 Pèrdues de càrrega totals de cada tram de la vivenda (continuació)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Tram	H_r continues(mca)	H_r singulars (mca)	H_r TOTALS (mca)
Qa-Qt	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$
Pt-Rt	$1,93 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2,23 \cdot 10^{-3}$
Qt-Rt	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$	$1,51 \cdot 10^{-3}$
Rt-Ot	$1,40 \cdot 10^{-3}$	0	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Ot-Nt	$5,60 \cdot 10^{-3}$	$2,54 \cdot 10^{-3}$	$8,14 \cdot 10^{-3}$
Nt-Mt	$8,54 \cdot 10^{-3}$	$9,7 \cdot 10^{-4}$	$9,51 \cdot 10^{-3}$
Mt-Lt	$1,35 \cdot 10^{-2}$	0	$1,35 \cdot 10^{-2}$
Lt-Bt	$2,39 \cdot 10^{-2}$	$7,33 \cdot 10^{-3}$	$3,12 \cdot 10^{-2}$
Bt-At	$3,61 \cdot 10^{-3}$	$1,14 \cdot 10^{-1}$	$1,17 \cdot 10^{-1}$

Taula 2.46 Pèrdues de càrrega totals de cada tram de la vivenda (continuació)

El següent pas és determinar quin és el camí més desfavorable, és a dir, el que oferirà més resistència al pas de l'aigua, perquè la pèrdua de càrrega que tingui lloc en ell serà la que haurà de vèncer la bomba de circulació.

Aquest camí, vindrà determinat com a suma del total de les H_r continues i H_r singulars de cada tram i per a cada planta. Els resultats obtinguts es veuen a la Taula 2.47 i a la Taula 2.48.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Tram	H_r continues (mca)	H_r singulars (mca)	H_r TOTALS (mca)
Aa-Ba	$5,69 \cdot 10^{-3}$	$2,07 \cdot 10^{-1}$	$2,13 \cdot 10^{-1}$
Ba-Ca	$2,08 \cdot 10^{-2}$	0	$2,08 \cdot 10^{-2}$
Ca-Sa	$1,69 \cdot 10^{-2}$	0	$1,69 \cdot 10^{-2}$
Ca-Ct	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$3,78 \cdot 10^{-3}$	$4,31 \cdot 10^{-3}$
Sa-Da	$9,2 \cdot 10^{-4}$	0	$9,2 \cdot 10^{-4}$
Da-Dt	$1,68 \cdot 10^{-3}$	$1,19 \cdot 10^{-2}$	$1,35 \cdot 10^{-2}$
Sa-Ea	$4,44 \cdot 10^{-3}$	$6,85 \cdot 10^{-2}$	$5,13 \cdot 10^{-2}$
Ea-Fa	$3,04 \cdot 10^{-2}$	0	$3,04 \cdot 10^{-2}$
Ea-Et	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$1,95 \cdot 10^{-2}$	$2,23 \cdot 10^{-2}$
Fa-Ga	$6,61 \cdot 10^{-3}$	$4,44 \cdot 10^{-3}$	$1,10 \cdot 10^{-2}$
Fa-Ft	$2,76 \cdot 10^{-3}$	$1,95 \cdot 10^{-2}$	$2,23 \cdot 10^{-2}$
Ga-Ha	$3,45 \cdot 10^{-3}$	0	$3,45 \cdot 10^{-3}$
Ga-Gt	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$2,99 \cdot 10^{-3}$	$3,41 \cdot 10^{-3}$
Ha-Ia	$4,73 \cdot 10^{-3}$	$3,15 \cdot 10^{-3}$	$7,88 \cdot 10^{-3}$
a-Ht	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$2,94 \cdot 10^{-3}$	$3,66 \cdot 10^{-3}$
Ia-Ja	$3,19 \cdot 10^{-3}$	0	$3,19 \cdot 10^{-3}$
Ia-It	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$1,26 \cdot 10^{-3}$	$1,49 \cdot 10^{-3}$
Ja-Ka	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \cdot 10^{-4}$
Ja-Jt	$2,50 \cdot 10^{-3}$	$1,77 \cdot 10^{-2}$	$2,02 \cdot 10^{-2}$
Ka-Kt	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$2,36 \cdot 10^{-3}$	$2,79 \cdot 10^{-3}$
Kt-Jt	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$9,7 \cdot 10^{-4}$
Jt-It	$2,77 \cdot 10^{-3}$	0	$2,77 \cdot 10^{-3}$
It-Ht	$5,02 \cdot 10^{-3}$	$3,41 \cdot 10^{-3}$	$8,43 \cdot 10^{-3}$
Ht-Gt	$4,06 \cdot 10^{-3}$	0	$4,06 \cdot 10^{-3}$
Gt-Ft	$6,64 \cdot 10^{-3}$	$4,78 \cdot 10^{-3}$	$1,14 \cdot 10^{-2}$
Ft-Et	$3,28 \cdot 10^{-2}$	0	$3,28 \cdot 10^{-2}$
Et-Dt	$4,73 \cdot 10^{-2}$	$7,31 \cdot 10^{-3}$	$5,46 \cdot 10^{-2}$
Dt-Ct	$3,1 \cdot 10^{-2}$	0	$3,11 \cdot 10^{-2}$
Ct-Bt	$2,71 \cdot 10^{-2}$	$1,15 \cdot 10^{-2}$	$3,86 \cdot 10^{-2}$
Bt-At	$3,61 \cdot 10^{-3}$	$1,14 \cdot 10^{-1}$	$1,17 \cdot 10^{-1}$
		TOTAL	0,76

Taula 2.47 Pèrdues de càrrega del circuit de la planta baixa



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Tram	H_r continues (mmca)	H_r singulars (mmca)	H_r TOTALS (mmca)
Aa-Ba	$5,69 \cdot 10^{-3}$	$2,07 \cdot 10^{-1}$	$2,13 \cdot 10^{-1}$
Ba-La	$2,36 \cdot 10^{-2}$	$6,86 \cdot 10^{-3}$	$3,04 \cdot 10^{-2}$
La-Ma	$1,86 \cdot 10^{-2}$	0	$1,85 \cdot 10^{-2}$
La-Lt	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$1,72 \cdot 10^{-2}$	$1,88 \cdot 10^{-2}$
Ma-Na	$8,13 \cdot 10^{-3}$	$1,38 \cdot 10^{-3}$	$9,51 \cdot 10^{-3}$
Ma-Mt	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$3,21 \cdot 10^{-3}$	$3,66 \cdot 10^{-3}$
Na-Oa	$5,14 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$7,49 \cdot 10^{-3}$
Na-Nt	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$	$1,31 \cdot 10^{-3}$
Oa-Ra	$1,59 \cdot 10^{-3}$	0	$1,59 \cdot 10^{-3}$
Oa-Ot	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$1,74 \cdot 10^{-3}$	$1,98 \cdot 10^{-3}$
Ra-Pa	$2,84 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$2,95 \cdot 10^{-3}$
Pa-Pt	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$2,11 \cdot 10^{-3}$
Ra-Qa	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$
Qa-Qt	$1,65 \cdot 10^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$
Pt-Rt	$1,93 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2,23 \cdot 10^{-3}$
Qt-Rt	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$	$1,51 \cdot 10^{-3}$
Rt-Ot	$1,40 \cdot 10^{-3}$	0	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Ot-Nt	$5,60 \cdot 10^{-3}$	$2,54 \cdot 10^{-3}$	$8,14 \cdot 10^{-3}$
Nt-Mt	$8,54 \cdot 10^{-3}$	$9,7 \cdot 10^{-4}$	$9,51 \cdot 10^{-3}$
Mt-Lt	$1,356 \cdot 10^{-2}$	0	$1,35 \cdot 10^{-2}$
Lt-Bt	$2,394 \cdot 10^{-2}$	$7,33 \cdot 10^{-3}$	$3,12 \cdot 10^{-2}$
Bt-At	$3,61 \cdot 10^{-3}$	$1,14 \cdot 10^{-1}$	$1,17 \cdot 10^{-1}$
		TOTAL	0,50

Taula 2.48 Pèrdues de càrrega del circuit de la planta primera

S'ha vist que el camí més desfavorable és el que va fins al radiador més allunyat RD-09, com es pot veure a la Taula 2.47.

2.1.4.3 Pèrdues de càrrega de la instal·lació geotèrmica.

2.1.4.3.1 Pèrdues de càrrega del circuit interior de la zona 2 (Planta Baixa)

Per determinar la pèrdua de càrrega del circuit interior de la zona 2, concretament el que correspon a la planta baixa de la vivenda objecte del projecte, es calcula la pèrdua de

càrrega total de cada tram per comprovar tot seguit quin és el camí més desfavorable pel qual pot circular el fluid, que correspondrà al de majors pèrdues.

Les variables de disseny que s'utilitzaran en els càlculs d'aquest apartat es poden veure a la Taula 2.49.

% en massa d'aigua	70
% en massa de propilenglicol	30
Densitat	1,026 kg/m ³
Temperatura de treball	15 °C
Viscositat dinàmica	0,95·10 ⁻³ Pa·s
ε (canonades de coure)	0,0015 mm

Taula 2.49 Variables de disseny per al càlcul de les pèrdues de càrrega de la zona 2

Les pèrdues de càrrega es calcularan per a l'estiu, que és quan a part de la instal·lació de terra radiant també s'utilitza la instal·lació dels fan-coils. A més, per tal de realitzar els càlculs es fixarà un màxim de pèrdues de càrrega per metre lineal: 10 mmca/m.

Els cabals emprats són els corresponents a les necessitats tant del terra radiant (veure apartat 2.1.3.2.3.1) com dels fan-coils (veure full d'especificacions fan-coil apartat 4.2).

Al plànol n° 25 es pot observar l'esquema del circuit per tal d'establir els diferents trams que el conformaran.

El diàmetre de les canonades s'ha procurat d'unificar en dos tipus, concretament d'1 ½" i 1".

Per al càlcul de les longituds equivalents de cada element s'ha utilitzat la Figura 2.22, excepte per al serpenti de la bomba de calor.



Degut a que no es tenen dades per a obtenir les pèrdues de càrrega singulars al serpentí s'utilitza el següent mètode aproximatiu:

Si es coneix la superfície de bescanvi S_b i el diàmetre el tub del serpentí d_{SP} , mitjançant l'Eq. 2.32 es pot trobar la longitud del serpentí L_{SP} , d'aquesta manera es poden calcular les pèrdues en el serpentí com si es tractés d'un tram recte de canonada.

$$L_{SP} = \frac{S_b}{\pi \cdot d_{SP}}$$

Eq. 2.32

Els diàmetres comercials més utilitzats es poden veure a la Taula 2.50, segons el llibre “ASHRAE 2000 HVAC Systems and Equipment Handbook”, A.A.V.V. (2000). Hi ha tres tipus de canonades de coure: K, L i M. Les de tipus K són les que suporten més pressió, i les M les que menys. Com que la instal·lació del present projecte treballa amb baixes pressions, únicament es tindran en compte les canonades de tipus M.

Diàmetre nominal (")	Diàmetre exterior (mm)	Diàmetre interior (mm)	Espessor paret (mm)
3/8	12,70	11,43	0,64
1/2	15,88	14,45	0,71
3/4	22,23	20,60	0,81
1	28,58	26,80	0,89
1-1/4	34,93	32,79	1,07
1-1/2	41,28	38,79	1,24
2	53,98	51,03	1,47

Taula 2.50 Diàmetres comercials de canonades de coure de tipus M

2.1.4.3.2. Resultats obtinguts per a la Zona 2 (Planta baixa)

La Taula 2.51 mostra per a cada tram cada una de les variables emprades al càlcul de les pèrdues de càrrega contínues, així com el resultat obtingut.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Tram	Q (m ³ /s)	m (kg/s)	L (m)	d (")	v (m/s)	Re	f	v (m ² /s)	H _r contínues (mmca)
N-B	4,71 · 10 ⁻⁴	0,47	0,48	1	0,39	11.326,50	0,03	1,37 · 10 ⁻⁶	3,08
B-C	2,21 · 10 ⁻⁴	0,22	13,25	1	0,18	5.314,81	0,04	1,37 · 10 ⁻⁶	22,59
B-D	2,5 · 10 ⁻⁴	0,25	2,13	1/2	0,43	8.701,25	0,03	1,37 · 10 ⁻⁶	26,09
F-G	2,21 · 10 ⁻⁴	0,22	12,83	1	0,18	5.314,81	0,03	1,37 · 10 ⁻⁶	21,87
E-G	2,5 · 10 ⁻⁴	0,25	3,25	1/2	0,43	8.701,25	0,03	1,37 · 10 ⁻⁶	39,80
G-O	4,71 · 10 ⁻⁴	0,47	0,56	1	0,39	11.326,50	0,03	1,37 · 10 ⁻⁶	3,59
N-O	8,66 · 10 ⁻⁴	0,87	1	1	0,71	20.824,98	0,03	1,37 · 10 ⁻⁶	18,60

Taula 2.51 Pèrdues de càrrega contínues als trams per la zona 2

Els resultats obtinguts del càlcul de pèrdues de càrrega singulars de la zona 1 es mostren a la Taula 2.52.

Tram	Singularitat	L _E (m)	Nº singularitat	H _r singular (mmca)
N-B	Té reducció	2,75	2	82,16
	Colze 90	0,8	1	
	Vàlvula tall	0,28	3	
	Filtre	3,9	1	
	Vàlvula retenció	2,75	1	
B-C	Colze 90	0,8	4	10,08
	Reducció	0,28	1	
	Vàlvula retenció	2,75	1	
B-D	Colze 90	0,8	3	37,67
	Reducció	0,28	1	
	Vàlvula tall	0,28	2	
F-G	Colze 90	0,8	4	6,08
	Reducció	0,28	1	
	Vàlvula tall	0,28	1	
E-G	Colze 90	0,8	3	27,90
	Reducció	0,28	1	
G-O	Té reducció	2,75	2	38,31
	Colze 90	0,8	1	
N-O	Serpentí	16,41	1	342,69
	Entrada/Sortida BC	1,5	2	

Taula 2.52 Pèrdues de càrrega singulars per cada tram per a la zona 2



Un cop calculades les pèrdues de càrrega contínues i singulars de cada tram, s'obté la Taula 2.53, on es mostren les pèrdues de càrrega totals, com a suma de les pèrdues contínues, pèrdues singulars.

Tram	$H_{r \text{ continues}}$ (mmca)	$H_{r \text{ singular}}$ (mmca)	$H_{r \text{ TOTAL}}$ (mmca)
N-B	3,08	82,16	85,24
B-C	22,59	10,08	32,67
B-D	26,09	37,66	63,75
F-G	21,87	6,08	27,95
E-G	39,81	27,89	67,70
G-O	3,59	38,31	41,90
N-O	18,60	342,69	361,29

Taula 2.53 Pèrdues de càrrega totals de cada tram de la zona 2

El següent pas és determinar quin és el camí més desfavorable, és a dir, el que oferirà més resistència al pas del fluid caloportador, perquè la pèrdua de càrrega que tingui lloc en ell serà la que haurà de vèncer la bomba de circulació.

El fluid pot anar conduït independent o conjuntament pels circuits del fan-coil i del terra radiant. És evident, a priori, deduir que el circuit que oferirà major resistència al pas del fluid serà quan sigui necessària la utilització conjunta del terra radiant i del fan-coil.

Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.54.

Es selecciona la bomba de la marca WILO Stratos ECO-ST 25/1-5 per al circuit de la zona 2, ja que compleix amb els nostres requisits. La justificació es troba a l'apartat 1.8.2.2.8.



Tram	Hr TOTALS (mmca)
Fan-coil (N-B-D-E-G-O-N)	1.719,88
Terra radiant (N-B-C-F-G-O-N)	3.127,05
Els 2 sistemes conjuntament	4.400,41

Taula 2.54 Pèrdues de càrrega per a cada possible camí

2.1.4.3.3 Resultats obtinguts per a la Zona 2 (Planta primera)

Per determinar la pèrdua de càrrega del circuit interior de la zona 2, concretament el que correspon a la planta primera de la vivenda objecte del projecte, es calcula la pèrdua de càrrega total de cada tram per comprovar tot seguit quin és el camí més desfavorable pel qual pot circular el fluid, que correspondrà al de majors pèrdues.

Les variables de disseny que s'utilitzaran en els càlculs d'aquest apartat són les mateixes que en la zona 2 i es poden veure a la Taula 2.49.

L'esquema del circuit de la planta primera es pot veure al plànol nº 26.

El mètode de càlcul serà exactament el mateix que en la planta baixa. La Taula 2.55 mostra per a cada tram cada una de les variables emprades al càlcul de les pèrdues de càrrega contínues, així com el resultat obtingut.

A continuació s'han calculat les pèrdues de càrrega singulars de la primera planta. Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.56.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Tram	Q (m ³ /s)	m (kg/s)	L (m)	d (")	v (m/s)	Re	f	v (m ² /s)	H _r continues (mmca)
N-H	4 · 10 ⁻⁴	0,39	3,13	1 ½	0,33	9.498,47	0,03	1,37 · 10 ⁻⁶	14,74
H-I	1,4 · 10 ⁻⁴	0,14	6,76	1 ½	0,12	3.476,44	0,04	1,37 · 10	5,48
H-J	2,5 · 10 ⁻⁴	0,25	0,9	1	0,43	8.701,25	0,03	1,37 · 10	11,02
K-M	2,5 · 10 ⁻⁴	0,25	0,94	1 ½	0,43	8.701,25	0,03	1,37 · 10	11,51
L-M	1,4 · 10 ⁻⁴	0,14	6,14	1	0,12	3.476,44	0,04	1,37 · 10	4,98
M-O	4 · 10 ⁻⁴	0,39	4,13	1 ½	0,33	9.498,47	0,03	1,37 · 10	19,45
N-O	8,7 · 10 ⁻³	0,87	1	1 ½	0,71	20.824,98	0,02	1,37 · 10	18,60

Taula 2.55 Pèrdues de càrrega contínues als trams per la primera planta

Tram	Singularitat	L _E (m)	Nº singularitat	H _r singular (mmca)
N-H	Té	2,75	1	56,49
	Colze 90°	0,8	3	
	Vàlvula tall	0,28	3	
	Filtre	3,9	1	
	Vàlvula retenció	2,75	1	
H-I	Colze 90°	0,8	2	1,451
	Reducció	0,28	1	
H-J	Té reducció	1,25	1	36,39
	Reducció	0,28	1	
	Electrovàlvula 2 vies	0,28	1	
	Detentor	0,28	1	
K-M	Té reducció	1,25	1	17,79
	Reducció	0,28	1	
L-M	Colze 90°	0,8	2	1,45
	Reducció	0,28	1	
M-O	Té reducció	1,25	1	16,31
	Colze 90°	0,8	3	
N-O	Serpentí	16,41	1	342,69
	Entrada/sortida BC	1,5	2	

Taula 2.56 Pèrdues de càrrega singulars per cada tram per a la primera planta



Un cop calculades les pèrdues de càrrega contínues i singulars de cada tram, s'obté la Taula 2.57, on es mostren les pèrdues de càrrega totals, com a suma de les pèrdues contínues, pèrdues singulars.

Tram	H_r contínues (mmca)	H_r singular (mmca)	H_r TOTAL (mmca)
N-H	14,74	56,49	71,23
H-I	5,48	1,45	6,93
H-J	11,02	36,38	47,41
K-M	11,51	17,79	29,30
L-M	4,98	1,45	6,43
M-O	19,45	16,31	35,76
N-O	18,60	342,69	361,29

Taula 2.57 Pèrdues de càrrega totals de cada tram de la primera planta

El següent pas és determinar quin és el camí més desfavorable, és a dir, el que oferirà més resistència al pas del fluid caloportador, perquè la pèrdua de càrrega que tingui lloc en ell serà la que haurà de vèncer la bomba de circulació.

Tan sols hi ha dos camins possibles, el primer quan al fluid és conduït pels fan-coils i el segon quan passa pels circuits de terra radiant.

Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.58.

Tram	H_r TOTALS (mmca)
Fan-coil (N-H-J-K-M-O-N)	1.644,98
Terra radiant (N-H-I-L-M-O-N)	1.332,14
Els 2 circuits conjuntament	2508,84

Taula 2.58 Pèrdues de càrrega per a cada possible camí



Es selecciona la bomba de la marca WILO Stratos ECO-ST 25/1-5 per al circuit de la zona 2, ja que compleix amb els nostres requisits. La justificació es troba a l'apartat 1.8.2.2.8.

2.1.5 Càlcul de l'aïllament de les canonades de la instal·lació geotèrmica.

L'objectiu d'aquest apartat és determinar l'espessor d'aïllament que s'haurà d'instal·lar segons normativa a les canonades que conformen la instal·lació.

Segons l'apèndix 3.01 del RITE els components d'una instal·lació (equips, aparells, conduccions i accessoris) tindran aïllament tèrmic quan continguin fluids a temperatures:

- inferiors a la d'ambient
- superiors a 40°C i estiguin situats a locals no calefactats

Es determinen els espessors mínims d'aïllament de les canonades segons la temperatura del fluid que hi circula i el diàmetre de la canonada. Aquests valors es donen per a una conductivitat tèrmica de referència de l'aïllant de 0,040 W/m·°C a 20°C. Com en la nostra instal·lació s'empra un aïllant amb una conductivitat tèrmica diferent, l'espessor mínim s'obtindrà segons la següent expressió:

$$e = \frac{d_{ext}}{2} \cdot \left(\exp \left(\frac{k}{k_{ref}} \cdot \ln \frac{d_{ext} + 2 \cdot e_{ref}}{d_{ext}} \right) - 1 \right)$$

Eq. 2.33

On:

e és l'espessor mínim d'aïllament, en mm,

d_{ext} és el diàmetre exterior de la canonada, en mm,



k és la conductivitat tèrmica a 20°C de l'aïllament, en W/m·°C,

k_{ref} és la conductivitat tèrmica de referència, en W/m·°C i

e_{ref} és l'espessor mínim d'aïllament de referència, en mm.

Segons les taules del RITE i tenint en compte les temperatures de treball i els diàmetres de les canonades, la Taula 2.59 mostra els espessors d'aïllament de referència per a les tuberies amb un fluid interior calent.

Diàmetre exterior (mm)	Temperatura del fluid (C°)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

Taula 2.59 Espessors d'aïllament de referència per a fluid calent en les diferents zones de la instal·lació

Diàmetre exterior (mm)	Temperatura del fluid (C°)			
	-20 a -10	-9,9 a 0	0,1 a 10	>10
$D \leq 35$	40	30	20	20
$35 < D \leq 60$	50	40	30	20
$60 < D \leq 90$	50	40	30	30
$90 < D \leq 140$	60	50	40	30
$140 < D$	60	50	40	30

Taula 2.60 Espessors d'aïllament de referència per a fluid fred en les diferents zones de la instal·lació

Es realitzaran els càlculs tan per a quan el fluid que hi circula per les canonades sigui fred, com per a quan sigui calent i s'escollirà l'aïllament més restrictiu.



Ara cal modificar l'espessor aplicant l'Eq. 2.34. L'aïllament escollit és de marca Isocell, amb una conductivitat tèrmica a 10°C de 0,036 W/m·°C i a 40°C de 0,039 W/m·°C. Com que cal saber quina conductivitat té a 20°C, és necessari fer la següent interpolació lineal:

$$k_{20^{\circ}\text{C}} = k_{10^{\circ}\text{C}} + (20 - 10) \cdot \frac{k_{40^{\circ}\text{C}} - k_{10^{\circ}\text{C}}}{40 - 10} = 0,037 \text{ W / m}^{\circ}\text{C}$$

Eq. 2.34

De manera que l'espessor mínim que caldrà instal·lar s'ha corregit i els resultats es mostren a la Taula 2.61 i a la Taula 2.62.

Zona	Local	d nominal	d _{ext} (mm)	e _{ref} (mm)	e _{min} (mm)
2	Interior	1"	28,58	20	17,82
	Interior	1-1/2"	41,28	20	17,98
3	Interior	1"	28,58	20	17,82

Taula 2.61 Resultats de la correcció de l'espessor d'aïllament mínim per fluid calent

Zona	Local	d nominal	d _{ext} (mm)	e _{ref} (mm)	e _{min} (mm)
2	Interior	1"	28,58	20	17,82
	Interior	1-1/2"	41,28	30	26,70
3	Interior	1"	28,58	20	17,82

Taula 2.62 Resultats de la correcció de l'espessor d'aïllament mínim per fluid fred

Així doncs els espessors més restrictius i per tant els que es tindran en compte a l'hora de dimensionar seràn els obtinguts per a quant el fluid que hi circula és fred.

Finalment, cal escollir, entre la gama de coquilles del fabricant mostrades a la Taula 2.63, quines encaixen en cada canonada complint amb l'espessor mínim..



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Tipus	Diàmetre interior	Espessor (mm)	Espessor total (mm)
28x19	1"	19	19
35x19	1-1/4"	19	19
42x19	1-1/2"	19	19
70x13	1" + 28x19	13	32
76x13	1-1/4" + 35x19	13	32
89x13	1-1/2" + 42x19	13	32
89x19	1-1/2" + 42x19	19	48

Taula 2.63 Gamma de coquil·les del fabricant

S'ha de dir que en alguns casos no n'hi ha hagut prou amb una coquilla i se n'instal·laran dues, una al voltant de l'altra, per complir amb l'espessor mínim.

Els resultats finals es mostren a la Taula 2.64.

Zona	Local	d nominal	e _{min} (mm)	e _{instal·lat} (mm)	Tipus de coquilla
2	Interior	1"	17,82	19	28x19
	Interior	1-1/2"	26,70	32	42x19 + 89x13
3	Interior	1"	17,82	19	28x19

Taula 2.64 Coquil·les seleccionades per a cada tram

2.1.6 Càlcul de la xarxa de conductes per a la distribució de fred

2.1.6.1 Mètode de càlcul

L'objectiu d'aquest apartat és calcular la secció dels conductes per a la distribució de fred del sistema de recolzament a la instal·lació de terra refrescant, així com les pèrdues que aquests conductes ocasionaran, per a poder observar si és viable la màquina (fan-coil) escollida.

En les instal·lacions d'aire condicionat, la distribució d'aire per l'interior del local es fa transportant l'aire des de l'equip condicionador fins a les boques de sortida, mitjançant conductes de secció rectangular, circular o ovalada.

S'ha de tenir en compte:

- Uniformitat en les velocitats de sortida de l'aire per les boques, registres i reixetes o difusors.
- Baix nivell sonor.
- Evitar els canvis bruscs de direcció i velocitat.
- La regulació amb registres i persianes ha de fer-se amb compte, ja que introdueixen una pèrdua de càrrega suplementària.
- Contaminació endògena de l'aire.

2.1.6.1.1 Paràmetres de càlcul

Existeixen dos tipus d'instal·lacions:

- D'alta velocitat: amb velocitats superiors a 10-12 m/s amb pressions estàtiques superiors a 50 mm c.a.
- De baixa velocitat o convencionals: amb una velocitat màxima menor a 10-12 m/s i una pressió màxima de 150-500 Pa. Aquestes són les que es descriuen a continuació.

Per trobar les dimensions dels conductes es suposa un cabal d'aire a circular per cada tram, podent calcular-se el cabal total a transportar. Després es concreta la velocitat de circulació d'aire (Taula 2.65), i finalment es calcula l'àrea o secció interior del conducte amb:

$$v \text{ (m/s)} = \frac{Q \text{ (m}^3 \text{/h)}}{3600 \cdot S \text{ (m}^2\text{)}}$$

Eq 2.35

Aplicació	Velocitat màxima de l'aire en conductes (m/s)
Mansions, salons regis	2,5 a 3
Vivendes, iglesies, oficines	2,5 a 4
Dormitoris d'hotel	2,5 a 4
Teatres	4
Cinemes	5
Grans magatzems	6 a 10

Taula 2.65 Velocitats màximes recomanades

Amb l'àrea de la superfície transversal interior es calculen els costats dels conductes de secció rectangular amb:

$$S = a \cdot b$$

Eq. 2.36

La relació entre costats ve donada per:

$$r = \frac{a \text{ (costat llarg)}}{b \text{ (costat curt)}} \quad \text{amb } a \geq b$$

Eq 2.37

El valor òptim de la relació entre costats és 1:1, sense ser recomanable sobrepassar el 5:1.

Per conductes de secció quadrada, el perímetre ve donat per:

$$P(m) = 2(a + b)$$

Eq. 2.38



Per a conductes de secció circular, l'àrea superficial transversal interior és:

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

Eq. 2.39

i el perímetre:

$$P(m) = \pi \cdot d$$

Eq. 2.40

S'ha de tenir en compte que estem parlant de dimensions interiors.

Per fer una tria adequada dels ventiladors s'han d'avaluar les pèrdues de càrrega en totes les conduccions (Δp_c) i altres elements (filtres, bateries, etc.) (Δp_e) per calcular la total:

$$\Delta p_t = \sum \Delta p_c + \sum \Delta p_e$$

Eq. 2.41

El diàmetre equivalent d_e d'un conducte és igual al diàmetre circular que ocasiona la mateixa pèrdua de pressió a igual cabal, si el coeficient de fricció és el mateix. En general direm que:

$$d_e(m) = 1,55 \frac{S^{0,625}}{P^{0,25}}$$

Eq. 2.42

i en particular:

a) per a conductes de secció circular:

$$d_e(m) = d$$

Eq. 2.43



b) per a conductes de secció rectangular:

$$d_e (m) = 1,30 \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a + b)^{0,25}}$$

Eq. 2.44

2.1.6.1.2 Càlculs dels conductes d'aire.

Es tracta de la determinació del diàmetre de les conduccions. Hi ha dos mètodes:

- Igual pèrdua de càrrega: es projecta la xarxa de conductes de forma que la pèrdua de càrrega per unitat de longitud, o metre, sigui constant. Normalment es fixa entre 0,1 i 0,15 mm c.a. (en casos especials com garatges es pot arribar a 0,5 mm c.a.)
- Velocitat constant: es basa en suposar una velocitat arbitrària, comprovant que no sobrepassi els valors establerts en la Taula 2.65, i mantenir-la en tots els conductes. Les pèrdues de càrrega s'han de trobar entre 25 i 36 mm c.a.

En ambdós casos, quan la pèrdua de càrrega sobrepassi els valors admissibles, s'ha d'augmentar els diàmetres dels conductes per reduir la pèrdua de càrrega amb el mateix cabal.

Una conducció d'aire no té perquè mantenir una secció constant en tota la seva longitud. Figura 2.24.

Abans de dibuixar el traçat de les conduccions s'han de situar les reixetes d'impulsió i retorn, i cabal d'aire a impulsar.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

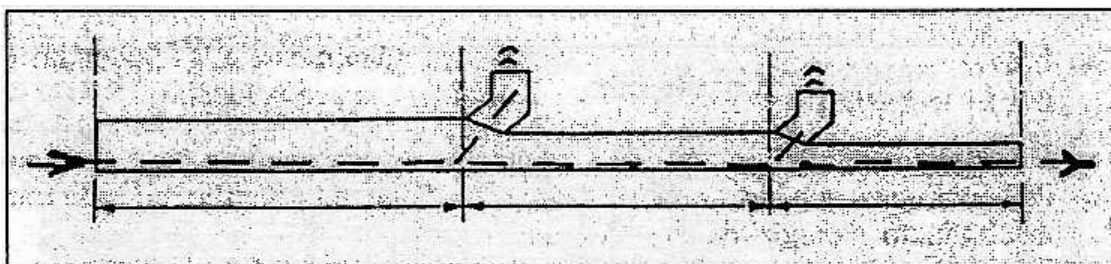


Figura 2.24 Conducció de distribució d'aire

S'ha d'intentar que una de les mesures del conducte, altura o amplada, es mantingui constant en cada tram, per facilitar la instal·lació.

En el sistema de conduccions, es distingeix:

- a) Conduccions d'impulsió d'aire
- b) Conduccions de retorn d'aire
- c) Conduccions d'admissió d'aire fresc (ventilació)
- d) Conduccions d'extracció i eliminació d'aire viciat

Després de dibuixada la xarxa, s'han de calcular els cabals a circular calculant:

- La suma dels balanços tèrmics particulars dels diferents locals
- En funció de la potència tèrmica, escollir el condicionador d'aire
- Repartir el cabal d'aire total dins dels límits mínim i màxim indicats per l'equip
- Distribuir el cabal d'aire corresponent a cada local en base al número de boques

En l'aire condicionat, l'aire es mou en règim turbulent amb $Re > 2300$.

Per mesurar conductes s'ha de fer tal com s'indica en la Figura 2.25

Per dimensionar els conductes es pot fer amb diagrames.

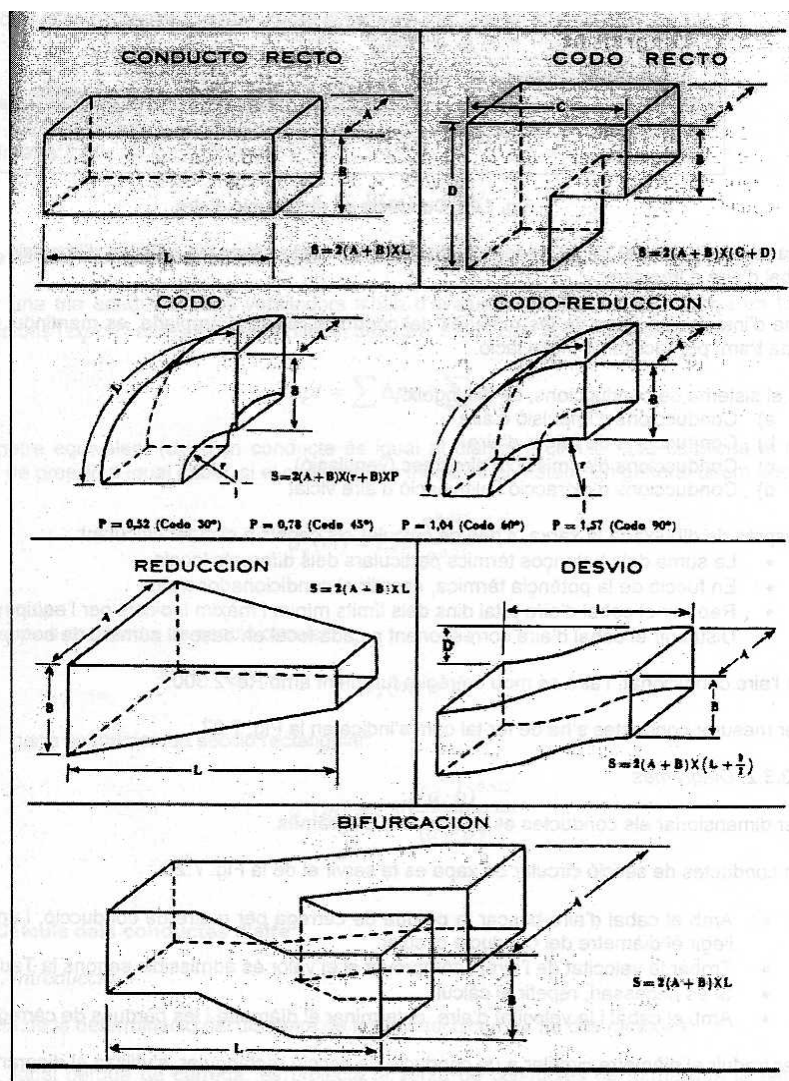


Figura 2.25 Sistema de medida de conductos

En conductes de secció circular de xapa es fa servir el de la Figura 2.26 i Figura 2.27

- Amb el cabal d'aire buscar la pèrdua de càrrega per metre de conducció, i en la diagonal llegir el diàmetre del conducte circular.
- Trobar la velocitat de l'aire, i comprovar si el valor és admissible segons la Taula 2.65.
- Si és necessari, repetir el càlcul.



- Amb el cabal i la velocitat d'aire, determinar el diàmetre i les pèrdues de càrrega.

Per traduir el diàmetre circular a un conducte de secció rectangular, s'utilitza el diagrama de la Figura 2.28, que permet trobar els costats a i b d'un conducte rectangular per la mateixa pèrdua de càrrega, segons:

$$d = 1,265 \sqrt{\frac{(a \cdot b)^3}{a + b}}$$

Eq. 2.45

2.1.6.1.3 Pèrdua de càrrega en els accessoris

La Figura 2.29 presenta les longituds equivalent en trams rectes de conducció segons la figura geomètrica de l'accessori.

Els canvis de secció possibles es mostren en la Figura 2.30. Amb canvis iguals o inferiors a 30° , la vena d'aire no experimenta contraccions apreciables a la sortida de la reducció i el coeficient de pèrdua de càrrega té valors per sota de 0,04 mm c.a., per tant, és despreciable.

El càlcul de les pèrdues de càrrega en una xarxa de conductes es realitza segons:

Pèrdues totals = tram recte + accessoris (corbes, colzes, derivacions, etc.) + boques de sortida + reixetes (amb o sense regulació i/o filtre)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

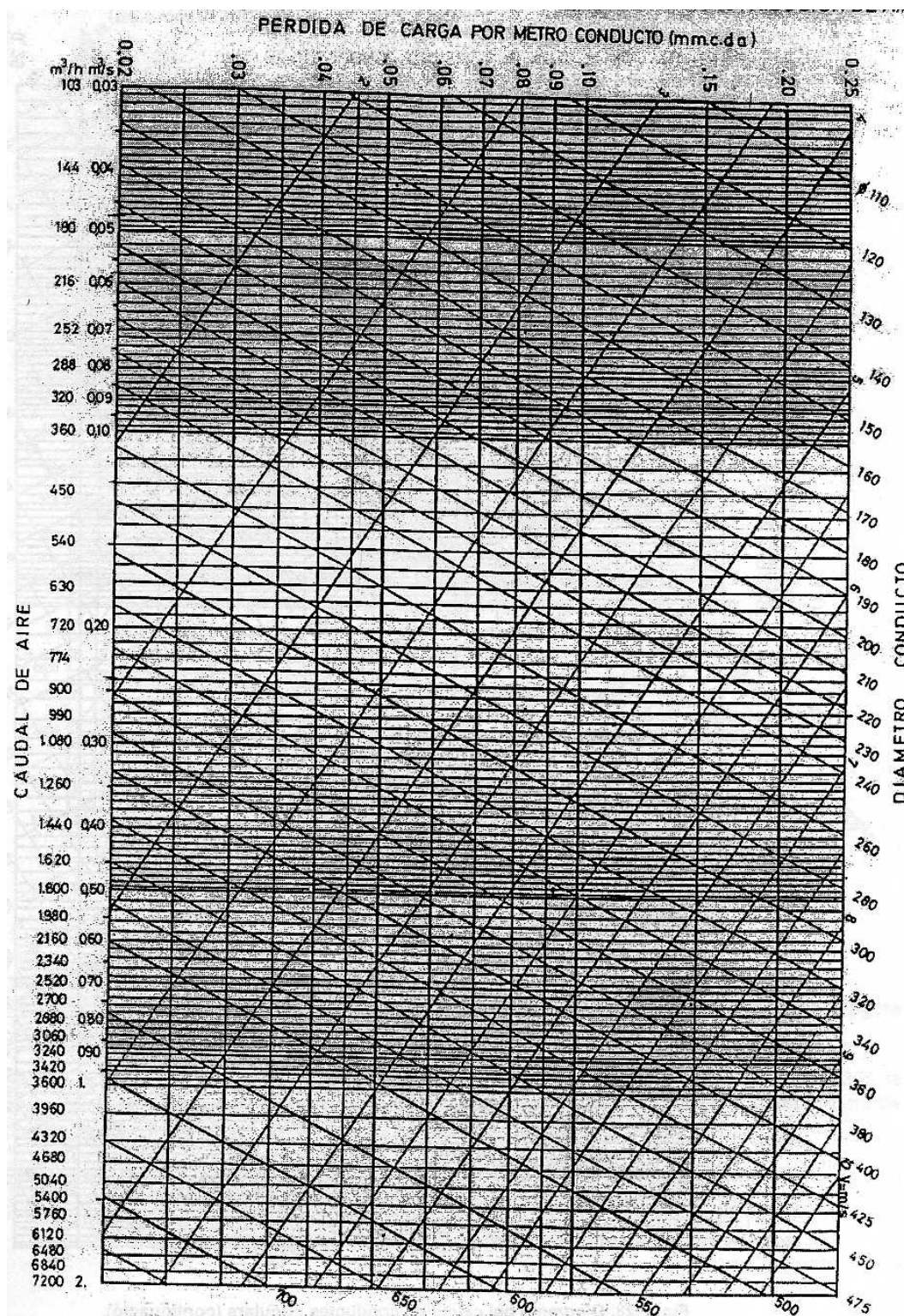


Figura 2.26 Diagrama pel càlcul de conductes circulars



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

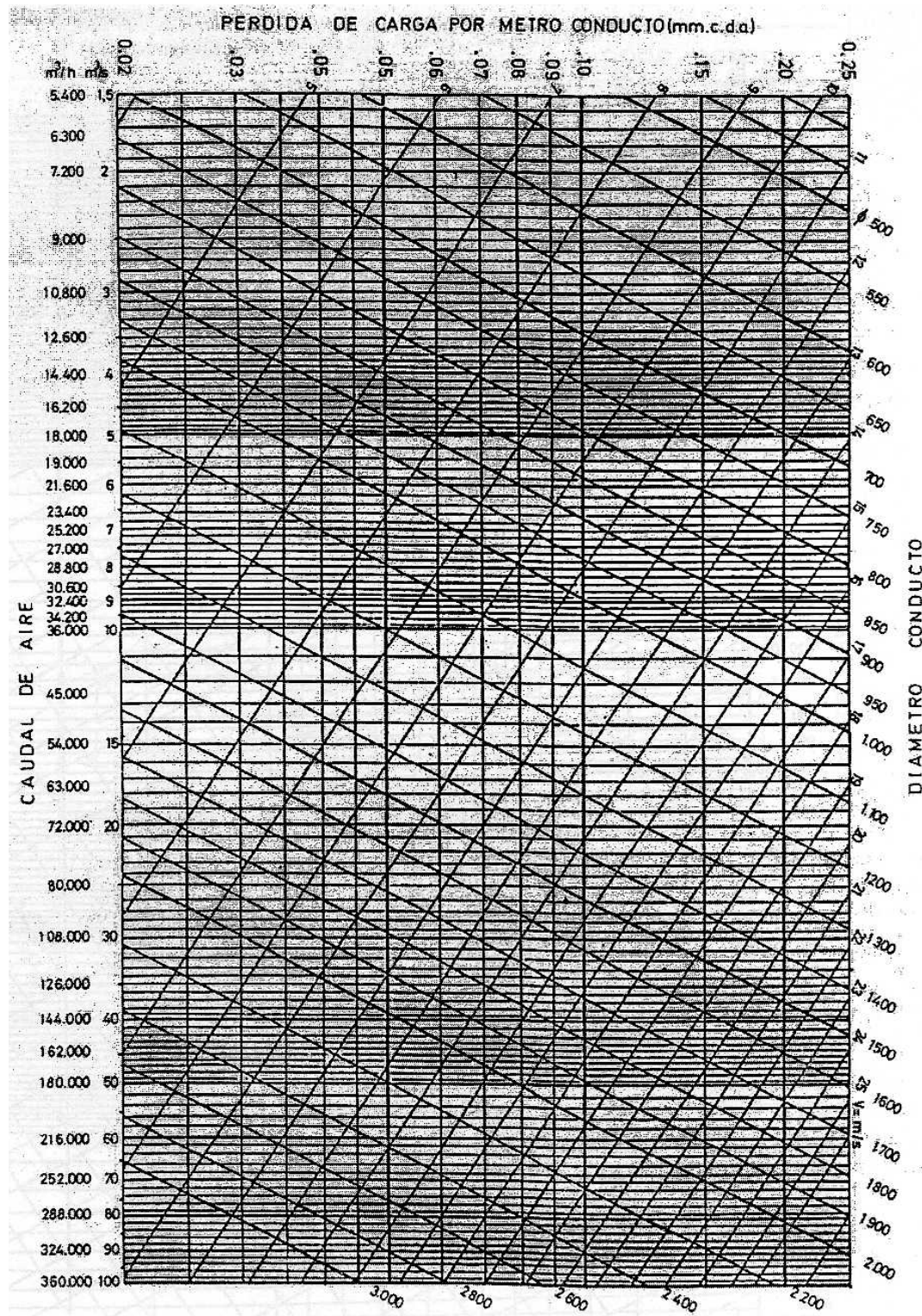


Figura 2.27 Diagrama pel càlcul de conductes circulars (continuació)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

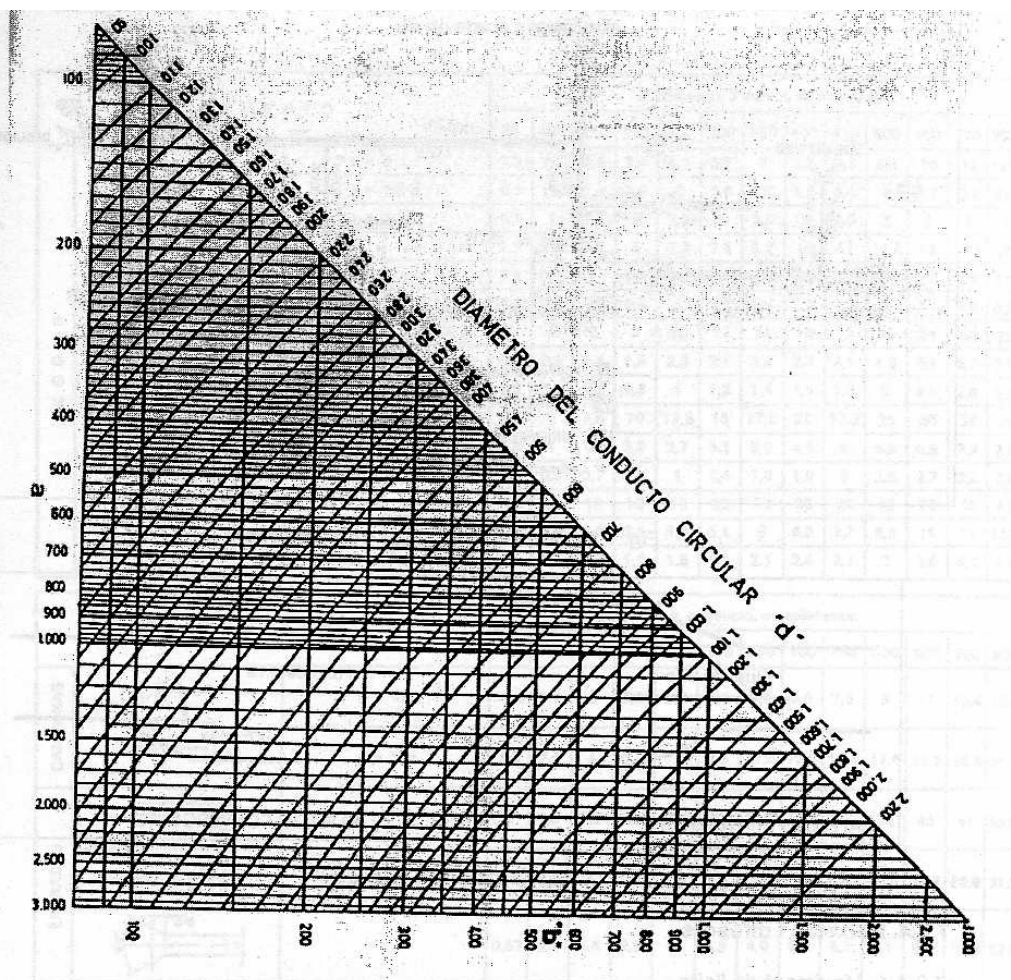


Figura 2.28 Diagrama de conducció equivalent de secció rectangular

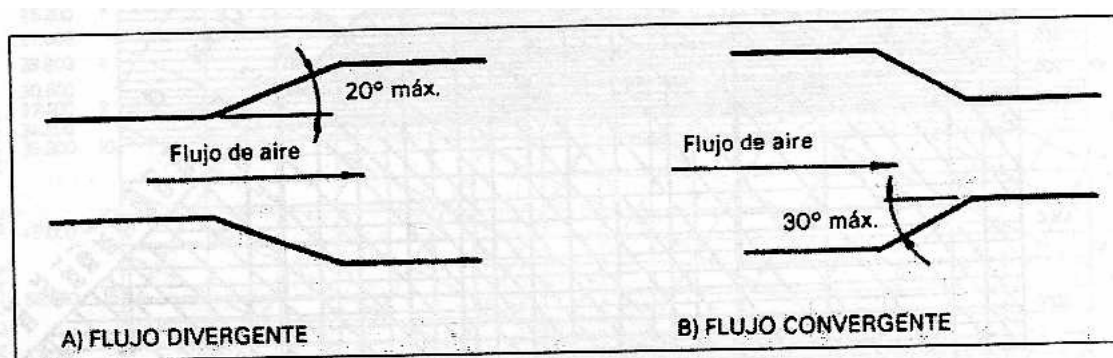


Figura 2.30 Canvis de secció



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



ELEMENTO			# conducto a cota h, en milímetros													
			75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	
CODO		$r = d$	1,3	1,7	2,5	3,4	4,3	5,1	6	6,8	7,6	8,5	10	12	13,3	
		$r = 1,5 d$	0,9	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6	7,2	8,4	9,6	
		$r = 2 d$	0,7	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	
		$\frac{l}{h} = 0,25$	$r = 0,5 h$	1,9	2,5	3,7	5	6,3	7,5	8,8	10	11	12,5	15	17,5	20
			$r = h$	0,5	0,7	1	1,4	1,7	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	4,2	4,9	5,6
			$r = 1,5 h$	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,4	2,8	3,2
		$\frac{l}{h} = 0,5$	$r = 0,5 h$	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32
			$r = h$	0,6	0,9	1,4	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,4	6,3	7,2
			$r = 1,5 h$	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,4	2,8	3,2
	$\frac{l}{h} = 1$	$r = 0,5 h$	3,7	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30	35	40	
		$r = h$	0,8	1	1,6	2,2	2,7	3,3	3,9	4,4	5	5,5	6,6	7,7	8,8	
		$r = 1,5 h$	0,4	0,5	0,7	0,9	1	1,4	1,6	1,8	2	2,3	2,7	3,2	3,6	
		$\frac{l}{h} = 4$	$r = 0,5 h$	5	6,5	10	13	16	20	23	26	29	33	39	46	52
			$r = h$	1,3	1,7	2,6	3,4	4,3	5,1	6	6,8	7,7	8,5	10	12	13,5
			$r = 1,5 h$	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3	3,6	4,2	4,8

ELEMENTO			# conducto, en milímetros													
			75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	
CAMPANAS		$\alpha = 45^\circ$	0,85	1,2	2	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	9	11	13,4	15,6	
		$\alpha = 90^\circ$	1,6	2,4	4	5,8	7,6	9,5	11,5	13,6	15,6	17,6	22,2	26,8	31,3	
ENTRADAS			3	4,3	7,2	10,5	13,8	17,2	20,6	24,4	28,2	32	40	48	56,5	
			1,6	2,4	4	5,8	7,6	9,5	11,5	13,6	15,6	17,6	22,2	26,8	31,3	
			0,67	0,9	1,6	2,3	3	3,8	4,6	5,4	6,2	7,1	8,9	10,8	12,5	
CAMBIOS DE SECCION		$\alpha = 60^\circ$	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,6	3,2	3,7	
		$\alpha = 45^\circ$	0,13	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1	1,2	1,4	1,8	2,1	2,5	
		$\alpha = 30^\circ$	0,06	0,09	0,15	0,2	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,9	1	1,2	
		$d_2/d_1 = 1,1$	0,3	0,4	0,8	1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,6	4,1	5,4	6,1	
			$d_2/d_1 = 1,4$	1	1,5	2,5	3,6	4,8	5,9	7,1	8,2	9,7	11	13,7	16,5	19,4
			$d_2/d_1 = 2$	1,4	2	3,5	5	6,3	8,2	9,9	11,6	13,5	15,4	19	22,9	27
		$\alpha = 60^\circ$ o mayor	$d_2/d_1 = 1,2$	0,3	0,4	0,8	1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,6	4,1	5,4	6,1
			$d_2/d_1 = 1,5$	1	1,5	2,5	3,6	4,8	5,9	7,1	8,2	9,7	11	13,7	16,5	19,4
			$d_2/d_1 = 2$	1,6	2,6	4,5	6,3	8,2	10,5	12,6	15	17,2	19,5	24,4	29,2	34,5
		$\alpha = 30^\circ$	$d_2/d_1 = 1,2$	0,3	0,4	0,7	1	1,4	1,7	2	2,4	2,8	3,2	4	4,8	5,6
			$d_2/d_1 = 1,5$	0,8	1,1	1,9	2,8	3,7	4,6	5,5	6,5	7,6	8,8	10,8	13	15
			$d_2/d_1 = 2$	1,4	2	3,5	5	6,3	8,2	9,9	11,6	13,5	15,4	19	22,9	27
		$\alpha = 10^\circ$	$d_2/d_1 = 1,2$	0,16	0,23	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,2	2,7	3,1
			$d_2/d_1 = 1,5$	0,4	0,6	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,6	5,7	7	8,2
			$d_2/d_1 = 2$	0,75	1,1	1,8	2,6	3,5	4,4	5,3	6,2	7,2	8,2	10	12,3	14,4

Figura 2.29 Longitud (m) de tram recte de conducció equivalent a les pèrdues de càrrega de diversos accessoris



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.6.1.4 Elecció de reixetes i difusors

Per aconseguir unes condicions òptimes, és necessari un arrossegament de l'aire de l'habitació (secundari) per al corrent d'aire impulsat (primari) fora de l'espai ocupat, de tal forma que les diferències de velocitat i temperatura es redueixin al límit acceptable, abans d'entrar en contacte amb les persones.

Com a regla general, es pot establir que la velocitat de l'aire no ha de superar el valor de 0,25 m/s en llocs de normal ocupació sedentària i a una alçada del terra inferior a 2 m.

Com a pauta de les sensacions provocades per la velocitat de l'aire es mostra a continuació la Figura 2.31.

Invierno	
Velocidad inferior a 0,1 m/s	molesto.
Velocidad entre 0,1 m/s y 0,2 m/s	agradable.
Velocidad mayor 0,2 m/s	molesto.
Velocidad igual 0,15 m/s	sensación óptima.
Verano	
Velocidad inferior a 0,2 m/s	molesto.
Velocidad entre 0,2 m/s y 0,55 m/s	agradable.
Velocidad entre 0,55 m/s y 1,10 m/s	agradable para poco tiempo; puede resultar molesta para personas con trabajo sedentario, ya que se aprecia el movimiento del aire.
Velocidad superior a 1,10 m/s	desagradable. Evítese.

Figura 2.31 Sensacions provocades pel moviment de l'aire

Reixetes

Per a l'elecció de les reixetes a utilitzar en el present projecte es segueixen les pautes descrites al full d'especificació de l'apartat 4.2.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Així doncs un cop obtingut el cabal circulant per cada tram de la xarxa de conductes i escollida la velocitat a la que circularà l'aire es pot disposar de la secció de cada conducte, mitjançant la qual es podrà dimensionar, segons la Taula 2.66, cada una de les reixetes de la instal·lació.

H \ L	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000
100	0,006	0,009	0,013	0,017	0,020	0,024	0,027	0,031	0,034	0,038	0,041	0,049	0,056	0,063	0,070
150	0,009	0,015	0,021	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049	0,054	0,060	0,066	0,077	0,088	0,099	0,110
200	0,012	0,020	0,027	0,035	0,042	0,050	0,057	0,064	0,072	0,079	0,087	0,102	0,116	0,131	0,146
250	0,016	0,025	0,035	0,044	0,054	0,063	0,073	0,082	0,092	0,101	0,111	0,130	0,149	0,168	0,187
300	0,019	0,030	0,042	0,053	0,064	0,076	0,087	0,098	0,109	0,121	0,132	0,155	0,178	0,200	0,223
350	0,023	0,036	0,049	0,063	0,076	0,089	0,103	0,116	0,129	0,143	0,156	0,183	0,210	0,236	0,263
400	0,026	0,041	0,056	0,071	0,086	0,101	0,117	0,132	0,147	0,162	0,178	0,208	0,238	0,269	0,299
450	0,029	0,046	0,064	0,081	0,098	0,115	0,132	0,150	0,167	0,184	0,202	0,236	0,271	0,305	0,340

Taula 2.66 Secció de sortida d'aire en funció de les dimensions de la reixeta

Un cop dimensionades les reixetes, utilitzant la Figura 2.32 es pot saber la pèrdua de pressió en cada reixeta (en funció de la velocitat mitja escollida per a la xarxa de conductes i del tant per cent d'obertura de la reixeta), així com el nivell sonor en dB.

Per mitjà de la Figura 2.33 es calcula l'abast de l'aire impulsat per cada reixeta, segons la posició de les lames i segons si hi ha efecte sostre o no.

Difusors

Per a l'elecció dels difusors a instal·lar en el present projecte es segueixen les pautes descrites al full d'especificacions de l'apartat 4.2

Un cop calculat el cabal i escollida la velocitat, mitjançant la Figura 2.34 es poden obtenir les dimensions del difusor, així com les pèrdues de càrrega al mateix, el nivell sonor i l'abast.

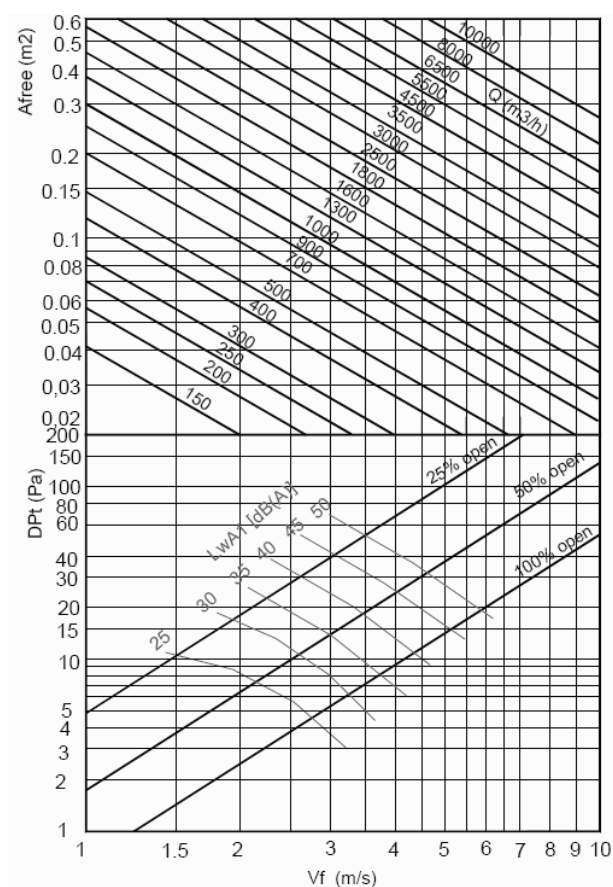


Figura 2.32 Pèrdues de càrrega i nivell sonor de les reixetes

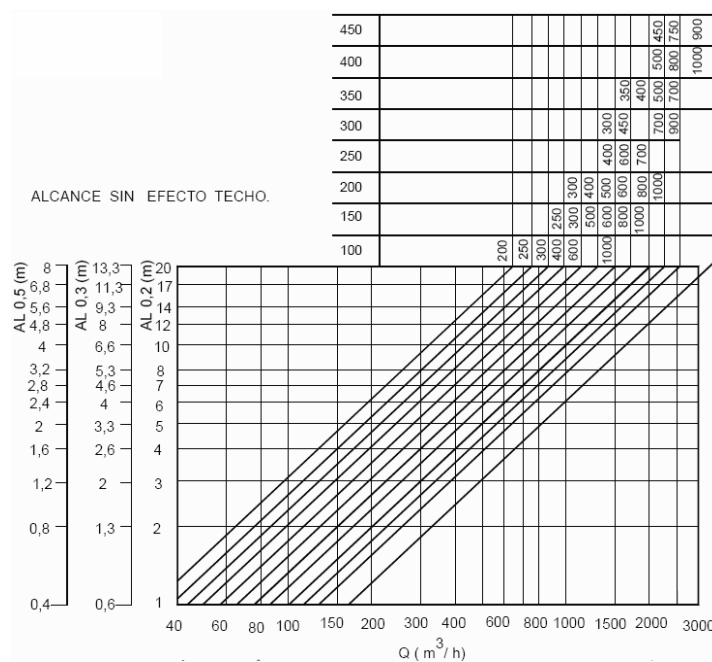


Figura 2.33 Abast de l'aire impulsat en funció de la reixeta



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

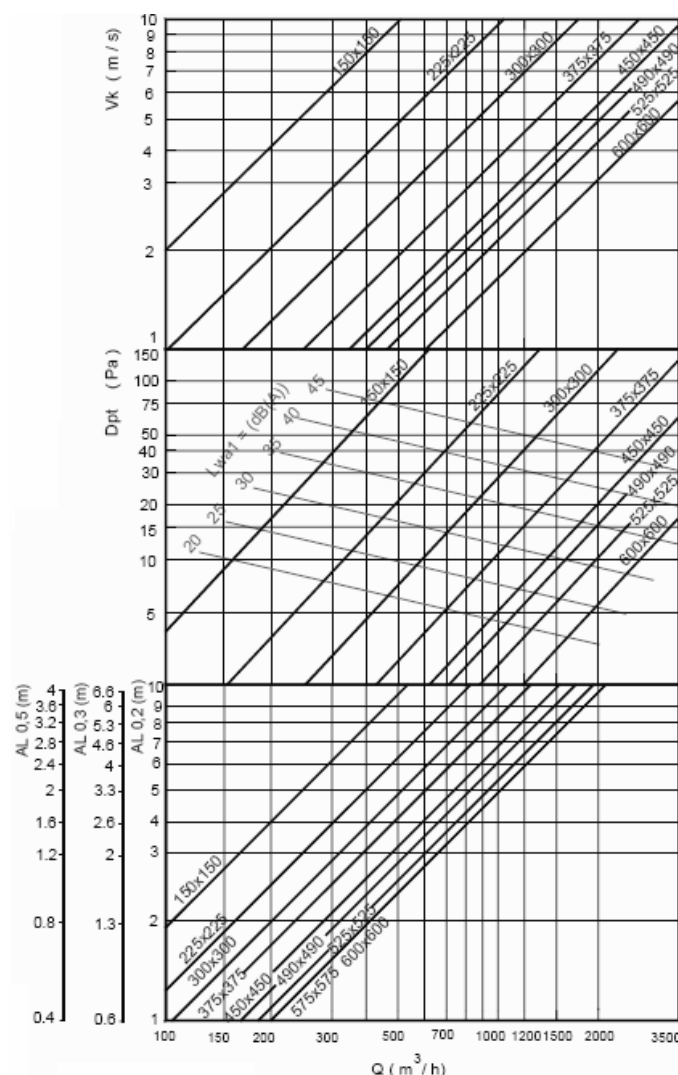


Figura 2.34 Dimensions, pèrdues de càrrega, nivell sonor i abast del difusor

Al plànol nº 14 i plànol nº 15 es pot veure un esquema de la instal·lació de la xarxa de conductes, comú tant per a la instal·lació convencional com per a la geotèrmica, amb els seus trams indicats.

2.1.6.2 Dimensionament de la xarxa de conductes per a la instal·lació convencional

A la Taula 2.67 i Taula 2.68, es mostren, en forma de taula, els resultats corresponents a longitud de trams, cabal d'aire a impulsar, velocitat de l'aire a impulsar, diàmetre



equivalent de conducte, i mides d'amplada i alçada de conducte rectangular, relatius a la xarxa de conductes de impulsió tant de la planta baixa com de la primera planta de la instal·lació de climatització de la vivenda objecte del projecte.

PLANTA BAIXA						
Tram	Cabal (m ³ /h)	Velocitat (m/s)	Secció tram (m ²)	Dimensions (mm)	Diàmetre equivalent (mm)	Longitud tram (m)
Tram 0-1	1670,00	3	0,155	350x600	429,87	0,6
Tram 1-2	301,03	3	0,028	350x150	182,51	0,78
Tram 1-3	1368,97	3	0,127	350x500	389,20	2,49
Tram 3-4	659,49	3	0,061	350x250	270,13	1,72
Tram 4-5	256,91	3	0,024	350x100	168,60	0,52
Tram 4-6	402,58	3	0,037	350x150	211,06	1,18
Tram 3-7	709,49	3	0,066	350x300	280,19	3,8
Tram 7-8	583,02	3	0,054	350x250	253,99	3,17
Tram 8-9	126,47	3	0,012	350x100	118,29	0,75

Taula 2.67 Resultats càlcul xarxa de conductes planta baixa

PRIMERA PLANTA						
Tram	Cabal (m ³ /h)	Velocitat (m/s)	Secció tram (m ²)	Dimensions (mm)	Diàmetre equivalent (mm)	Longitud tram (m)
Tram 0-1	870	3	0,081	250x450	310,27	1,5
Tram 1-2	213,32	3	0,020	250x150	153,64	0,59
Tram 1-3	98,21	3	0,009	250x100	104,24	0,54
Tram 1-4	558,46	3	0,052	250x300	248,58	1,64
Tram 4-5	438,95	3	0,041	250x250	220,38	1,64
Tram 5-6	215,18	3	0,020	250x150	154,30	0,54
Tram 5-7	223,76	3	0,021	250x150	157,35	0,54

Taula 2.68 Resultats càlcul xarxa de conductes primera planta



D'igual importància que els paràmetres corresponents a dimensions de conductes, ho són les pèrdues de càrrega ocasionades en aquests.

Les principals causes que originen pèrdues de càrrega en els conductes del circuit d'impulsió, són les corresponents a fregament i als accidents:

- Pèrdues de càrrega per fregament

Per determinar-les s'utilitza la Figura 2.26 i Figura 2.27. Cal tenir en compte que les velocitats que apareixen en aquest gràfic són les velocitats de conducte circular equivalent. En ordenades es té la pèrdua unitària, en mm.c.a per metre de longitud de conducte, en abscisses el cabal en m^3/h .

Per determinar les pèrdues es necessita el cabal i una de les dues dades següents: *el diàmetre equivalent* o la velocitat equivalent.

Aquest mètode de càlcul es basa en emprar una caiguda unitària de pressió constant per cada tram del conducte principal.

- Pèrdues de càrrega per accidents.

Es considera accident qualsevol alteració en la direcció o dimensions del conducte (corbes o canvis de direcció, disminució o ampliació de seccions, derivacions, cossos estranys en l'interior del conducte).

Generalment s'aplica el sistema de longitud equivalent, que consisteix en substituir o considerar l'accessori corresponent com un tram recte d'una determinada longitud equivalent que ofereixi igual pèrdua de càrrega.

Sumant els trams rectes i les longituds equivalents dels diferents accessoris o accidents es té la longitud total, relacionant els seus valors amb conductes circulars.

El càlcul de la pèrdua de càrregues en una xarxa de conductes s'elabora sumant les pèrdues de càrrega que porten els conductes que la componen (Figura 2.29).



A continuació es mostren els resultats obtinguts per a cada tram, tant per a la planta baixa com per a la primera planta de la vivenda objecte del projecte.

PLANTA BAIXA						
Tram	Cabal (m ³ /h)	Dimensions (mm)	Longitud tram (m)	Pèrdua unitària (mm.c.a/m)	Equivalència d'accidents (m)	Pèrdua reixetes (mm.c.a)
Tram 0-1	1670,00	350x600	0,6	0,022	0	0
Tram 1-2	301,03	350x150	0,78	0,065	1,5	0,505
Tram 1-3	1368,97	350x500	2,49	0,026	3	0
Tram 3-4	659,49	350x250	1,72	0,04	0,9	0
Tram 4-5	256,91	350x100	0,52	0,075	2,2	0,505
Tram 4-6	402,58	350x150	1,18	0,055	1,9	0,9
Tram 3-7	709,49	350x300	3,8	0,038	2,8	0,505
Tram 7-8	583,02	350x250	3,17	0,044	0,9	0,505
Tram 8-9	126,47	350x100	0,75	0,12	1,3	0,505

Taula 2.69 Resultats càlcul pèrdua de càrrega de conductes planta baixa

PRIMERA PLANTA						
Tram	Cabal (m ³ /h)	Dimensions (mm)	Longitud tram (m)	Pèrdua unitària (mm.c.a/m)	Equivalència d'accidents (m)	Pèrdua reixetes (mm.c.a)
Tram 0-1	870	250x450	1,5	0,034	0	0
Tram 1-2	213,32	250x150	0,59	0,051	2,7	0,505
Tram 1-3	98,21	250x100	0,54	0,13	1,3	0,505
Tram 1-4	558,46	250x300	1,64	0,045	1	0,8
Tram 4-5	438,95	250x250	1,64	0,052	0,9	0
Tram 5-6	215,18	250x150	0,54	0,085	2,7	0,505
Tram 5-7	223,76	250x150	0,54	0,084	2,7	0,505

Taula 2.70 Resultats càlcul pèrdua de càrrega de conductes primera planta



Un cop obtinguts els càlculs de les pèrdues de càrrega per a cada tram de cada planta de la vivenda objecte del projecte es calculen els diferents recorreguts que ha de fer l'aire fred fins a sortir per cada unitat terminal per tal d'observar si la màquina seleccionada amb anterioritat és capaç de vèncer el recorregut amb major pèrdua de càrrega.

Els resultats obtinguts es mostren a continuació a la Taula 2.71 i Taula 2.72. En negreta es remarca el tram més desfavorable, el qual es compara amb les màximes pèrdues de càrrega que pot vèncer la màquina en qüestió.

PRIMERA PLANTA		
Local	Tram	Pèrdua de càrrega total (mm.c.a)
Menjador	0-1+1-3+3-7+7-8	2,10
Cuina	0-1+1-3+3-4+4-6	1,33
Rebedor	0-1+1-3+3-7+7-8+8-9	2,85
Hab.Matrimoni	0-1+1-2	0,67
Safareig	0-1+1-3+3-4+4-5	0,97

Taula 2.71 Pèrdues de càrrega total per cada tram planta baixa

PRIMERA PLANTA		
Local	Tram	Pèrdua de càrrega total (mm.c.a)
Hab.Doble 1	0-1+1-2	0,72
Hab.Doble 2	0-1+1-4+4-5+5-6	1,88
Hab. Doble 3	0-1+1-4+4-5+5-7	1,88
Passadís	0-1+1-4	0,97
Vestidor	0-1+1-3	0,79

Taula 2.72 Pèrdues de càrrega total per cada tram primera planta



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.6.2.1 Conclusions

De la Taula 2.71 i Taula 2.72 i de la Figura 2.35 i Figura 2.36 s'observa que les pèrdues de càrrega dels trams més desfavorables, rebedor i habitació doble 2, no superen la pressió disponible de 9 i 5 mm.c.a per a la planta baixa i la primera planta respectivament de l'equip de refrigeració escollit. Per tant es pot assegurar el viable dimensionament tant de la xarxa de conductes com de la màquina seleccionada.

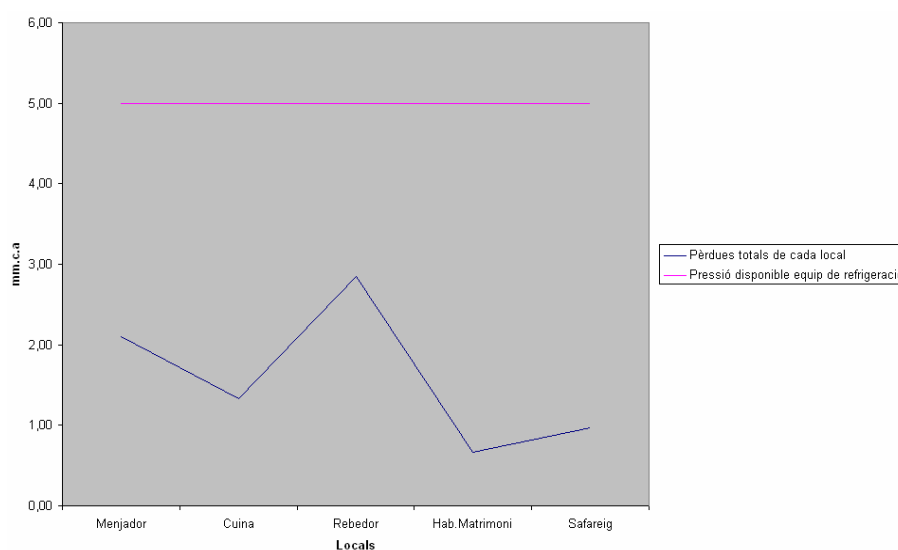


Figura 2.35 Comparació pèrdues planta baixa amb pressió disponible de l'equip de refrigeració

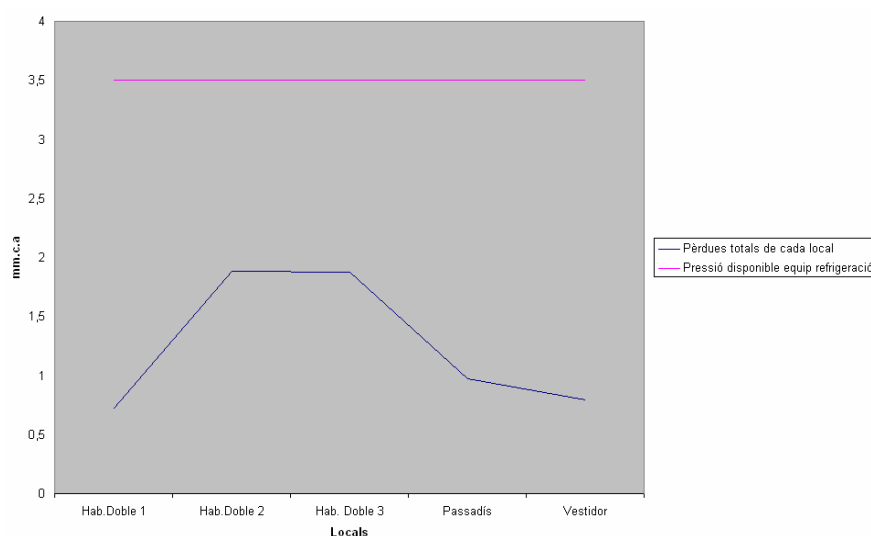


Figura 2.36 Comparació pèrdues primera planta amb pressió disponible de l'equip de refrigeració



2.1.6.3 Dimensionament de la xarxa de conductes per a la instal·lació geotèrmica

A continuació, es mostren, en forma de taula, els resultats corresponents a longitud de trams, cabal d'aire a impulsar, velocitat de l'aire a impulsar, diàmetre equivalent de conducte, i mides d'amplada i alçada de conducte rectangular, relatius a la xarxa de conductes de impulsió tant de la planta baixa com de la primera planta de la instal·lació de climatització de la vivenda objecte del projecte.

PLANTA BAIXA						
Tram	Cabal (m ³ /h)	Velocitat (m/s)	Secció tram (m ²)	Dimensions (mm)	Diàmetre equivalent (mm)	Longitud tram (m)
0-1	850	3	0,0787	200 x 400	306,68	0,6
1-2	135,68	3	0,0126	200 x 100	122,53	0,78
1-3	714,32	3	0,0661	200 x 350	281,14	2,49
3-4	352,21	3	0,0326	200 x 200	197,41	1,72
4-5	130,34	3	0,0121	200 x 100	120,09	0,52
4-6	221,87	3	0,0205	200 x 150	156,68	1,18
3-7	362,11	3	0,0335	200 x 200	200,17	3,8
7-8	228,54	3	0,0212	200 x 150	159,02	3,17
8-9	94,95	3	0,0088	200 x 100	102,50	0,75

Taula 2.73 Resultats càlcul xarxa de conductes Planta Baixa

D'igual importància que els paràmetres corresponents a dimensions de conductes, ho són les pèrdues de càrrega ocasionades en aquests.

Les principals causes que originen pèrdues de càrrega en els conductes del circuit de impulsió, són les corresponents a fregament i als accidents.



PRIMERA PLANTA						
Tram	Cabal (m ³ /h)	Velocitat (m/s)	Secció tram (m ²)	Dimensions (mm)	Diàmetre equivalent (mm)	Longitud tram (m)
0-1	850,00	3	0,0787	200 x 400	306,68	1,5
1-2	208,42	3	0,0193	200 x 100	151,86	0,59
1-3	95,95	3	0,0089	200 x 100	103,04	0,54
1-4	545,63	3	0,0505	200 x 250	245,71	1,64
4-5	428,86	3	0,0397	200 x 200	217,84	1,64
5-6	210,24	3	0,0195	200 x 100	152,52	0,54
5-7	218,62	3	0,0202	200 x 100	155,53	0,54

Taula 2.74 Resultats càlcul xarxa de conductes Primera Planta

En aquesta instal·lació es seguirà el mateix patró de càlcul de les pèrdues de càrrega que en la instal·lació convencional, per tant, no es tornarà a explicar aquí.

A la Taula 2.75 i a la Taula 2.76 es mostren els resultats obtinguts per a cada tram, tant per a la planta baixa com per a la primera planta de la vivenda objecte del projecte.

Un cop obtinguts els càlculs de les pèrdues de càrrega per a cada tram de cada planta de la vivenda objecte del projecte es calculen els diferents recorreguts que ha de fer l'aire fred fins a sortir per cada unitat terminal per tal d'observar si la màquina seleccionada amb anterioritat és capaç de vèncer el recorregut amb major pèrdua de càrrega. Els resultats obtinguts es mostren a continuació a la Taula 2.77 i Taula 2.78. En negreta es remarca el tram més desfavorable, el qual es compara amb les màximes pèrdues de càrrega que pot vèncer la màquina en qüestió.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



PLANTA BAIXA						
Tram	Cabal (m ³ /h)	Dimensions (mm)	Longitud tram (m)	Pèrdua unitària (mm.c.a/m)	Equivalència d'accidents (m)	Pèrdua reixetes (mm.c.a)
0-1	850	200 x 400	0,6	0,05	-	-
1-2	135,68	200 x 100	0,78	0,11	0,75	0,505
1-3	714,32	200 x 350	2,49	0,04	0,6	-
3-4	352,21	200 x 200	1,72	0,06	1,2	-
4-5	130,34	200 x 100	0,52	0,12	1,4	0,505
4-6	221,87	200 x 150	1,18	0,08	0,9	1
3-7	362,11	200 x 200	3,8	0,06	1,2	0,505
7-8	228,54	200 x 150	3,17	0,08	0,3	0,505
8-9	94,95	200 x 100	0,75	0,14	1,1	0,505

Taula 2.75 Resultats càlcul pèrdua de càrrega de conductes Planta Baixa

PRIMERA PLANTA						
Tram	Cabal (m ³ /h)	Dimensions (mm)	Longitud tram (m)	Pèrdua unitària (mm.c.a/m)	Equivalència d'accidents (m)	Pèrdua reixetes (mm.c.a)
0-1	850,00	200 x 400	1,5	0,03	-	-
1-2	208,42	200 x 100	0,59	0,09	0,95	0,505
1-3	95,95	200 x 100	0,54	0,14	0,6	0,505
1-4	545,63	200 x 250	1,64	0,05	0,5	-
4-5	428,86	200 x 200	1,64	0,05	0,43	0,85
5-6	210,24	200 x 100	0,54	0,08	0,95	0,505
5-7	218,62	200 x 100	0,54	0,08	0,95	0,505

Taula 2.76 Resultats càlcul pèrdua de càrrega de conductes Primera Planta



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



PLANTA BAIXA		
Local	Tram	Pèrdua de càrrega total (mm.c.a)
Menjador	(0-1)+(1-3)+(3-7)+(7-8)	1,74
Rebedor	(0-1)+(1-3)+(3-7)+(7-8)+(8-9)	2,40
Hab.Matrimoni	(0-1)+(1-2)	0,70
Safareig	(0-1)+(1-3)+(3-4)+(4-5)	1,05
Cuina	(0-1)+(1-3)+(3-4)+(4-6)	1,44

Taula 2.77 Pèrdues de càrrega total per cada tram planta baixa

PRIMERA PLANTA		
Local	Tram	Pèrdua de càrrega total (mm.c.a)
Hab. Doble 1	(0-1)+(1-2)	0,69
Hab. Doble 2	(0-1)+(1-4)+(4-5)+(5-6)	1,74
Hab. Doble 3	(0-1)+(1-4)+(4-5)+(5-7)	1,74
Passadís	(0-1)+(1-4)	0,15
Vestidor	(0-1)+(1-3)	0,72

Taula 2.78 Pèrdues de càrrega total per cada tram primera planta

2.1.6.3.1 Conclusions

De la Taula 2.77 i Taula 2.78 i de la Figura 2.37 i Figura 2.38 s'observa que les pèrdues de càrrega dels trams més desfavorables (rebedor per a la planta baixa i habitació doble 2 i 3 per a la primera planta) no superen la pressió disponible de 4 mm.c.a del fan-coil escollit. Per tant es pot assegurar el viable dimensionament tant de la xarxa de conductes com de la màquina seleccionada.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

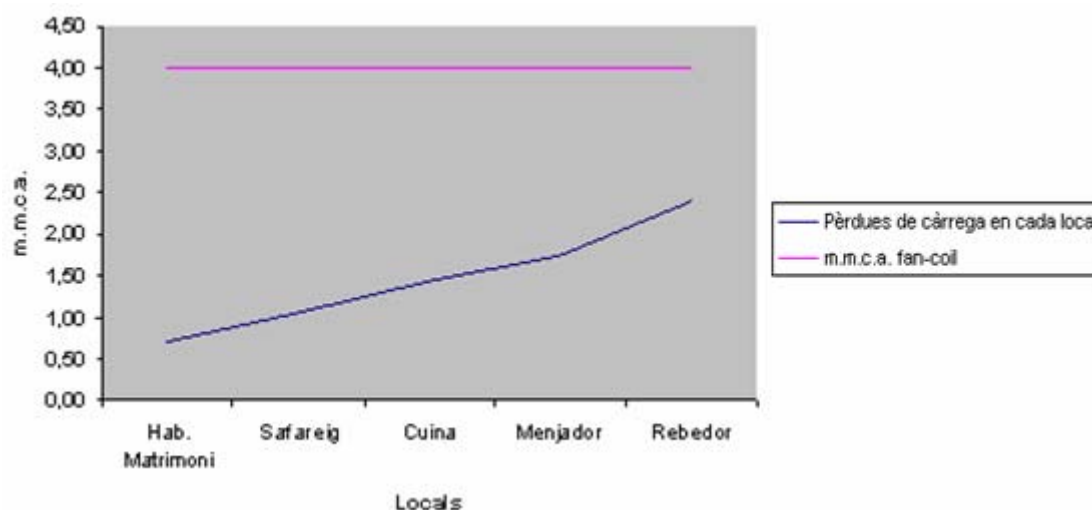


Figura 2.37 Comparació pèrdues planta baixa amb pressió disponible del fan-coil

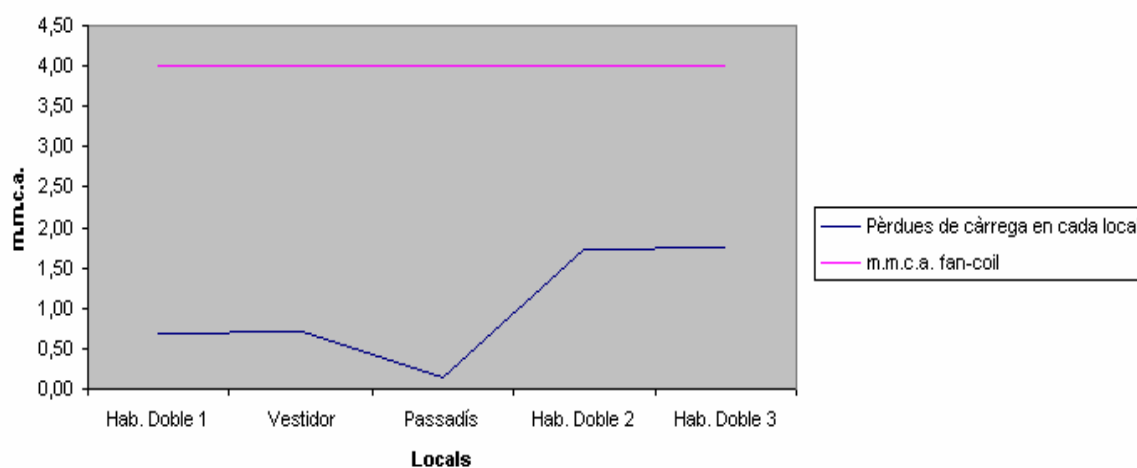


Figura 2.38 Comparació pèrdues primera planta amb pressió disponible del fan-coil

2.1.7 Càlcul del vas d'expansió de la instal·lació geotèrmica

2.1.7.1 Mètode de càlcul

2.1.7.1.1 Generalitats



Per al càlcul del vas d'expansió s'utilitza la norma UNE 100.155, que és d'utilització obligatòria a l'estar especificada al RITE.

El càlcul que es desenvolupa correspon al vas d'expansió de tipus tancat que és l'utilitzat pràcticament a la totalitat de les instal·lacions.

Per al càlcul del vas d'expansió s'han de seguir els passos següents:

- 1) Es calcula el volum de fluid (aigua o aigua amb anticongelant) contingut a la instal·lació.
- 2) Es determina el coeficient d'expansió.
- 3) Es calcula l'augment de volum que experimenta el fluid de la instal·lació en les condicions de treball de la mateixa.
- 4) Es determina el volum útil del vas d'expansió.
- 5) Es calcula el coeficient de pressió
- 6) Es calcula el volum total del vas d'expansió.

2.1.7.1.2 Càlcul del volum del fluid contingut en la instal·lació

Per a calcular el volum de fluid contingut en la instal·lació de calefacció es sumaran els volums interiors dels següents elements:

- a) Generador de calor: el fabricant de l'aparell, dintre de les seves especificacions tècniques ha d'incloure aquesta dada.
- b) Circuits de distribució: es tracta del volum interior de la totalitat dels component que componen aquesta part del circuit, com bombes, canonades, vàlvules de diferents tipus, antivibradors, amortidors de dilatació, col·lectors de terra radiant, etc.
- c) Circuits de canonades emissores: donades les particularitats d'aquest tipus d'instal·lació, es tracta de canonades de polietilè reticulat del diàmetre utilitzat i amb les longituds que precisen per a la càrrega tèrmica de cada local component de la instal·lació.



2.1.7.1.2.1 Volum interior del generador de calor

El fabricant de l'aparell, dins de la documentació tècnica del mateix, ha d'incloure la dada de volum interior del generador de calor.

2.1.7.1.2.2 Volum interior del circuit de distribució

Per a determinar el volum de fluid a l'interior del circuit de distribució s'han de sumar els volums continguts en els diferents elements:

- a) Canonades montants i de distribució: s'inclouen en aquest apartat la totalitat de les canonades que componen el circuit de distribució, és a dir:
 - Les canonades d'impulsió i retorn que comuniquen el generador de calor amb els grups hidràulics, suposant que aquests existeixin.
 - Les canonades de distribució que comuniquen la sortida dels grups hidràulics amb els col·lectors.

En el supòsit que la instal·lació utilitzi canonades de distribució de diferent diàmetre als diferents locals que componen la instal·lació, cosa no molt habitual en aquest tipus d'instal·lacions, la fórmula a aplicar és l'Eq. 2.46 :

$$V_{TE} = L_{TE1} \cdot V_1 + L_{TE2} \cdot V_2 + \dots$$

Eq. 2.46

V_{TE} : Volum interior total del circuit de distribució, expressat en litres.

$L_{TE1}, L_{TE2} \dots$: Longitud total de circuits amb mateix diàmetre de tub, expressat en metres.

$V_1, V_2 \dots$: Volum unitari de cada tipus de tub, expressat en litres/metre de tub.

- b) Col·lectors de terra radiant: s'inclou la totalitat del fluid contingut als col·lectors d'impulsió i retorn.



El volum d'aigua contingut als col·lectors es pot determinar per mitjà de la fórmula següent:

$$V_{TC} = n_{sc} \cdot 0,1$$

Eq. 2.47

V_{TC} : Volum interior total de col·lectors, expressat en litres

n_{sc} : Nombre total de circuits que componen la instal·lació

El valor 0,1, expressat en litres, es considera el volum unitari de cada sortida, incloent-hi col·lector d'impulsió i retorn.

- c) Bombes circuladores i grup hidràulic: s'inclou el volum de fluid existent a l'interior de les bombes (suposant que existeixi més d'una bomba a la instal·lació) i a l'interior dels grups hidràulics.

Donat que aquestes dades generalment no són conegudes, es pot considerar amb certa precisió un volum del 10% de l'obtingut per al circuit de distribució calculat anteriorment.

- d) Altres components de la instal·lació: on s'inclouen la valvuleria, elements de mesura, etc.

Es considerarà un volum del 10% de l'obtingut per al circuit de distribució calculat anteriorment. No obstant, si aquest elements s'hagessin evaluat com a part proporcional de canonades no han de tornar a considerar-se novament.

2.1.7.1.2.3 Volum interior dels circuits de tubs emissors.

En les instal·lacions de terra radiant, el volum interior dels tubs emissors s'obté mitjançant la següent fórmula:



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



$$V_{TE} = L_{TE} \cdot V_1$$

Eq. 2.48

V_{TE} : Volum interior total de tubs emissors, expressat en litres.

L_{TE} : Longitud total dels circuits que componen la instal·lació, expressat en metres

V_1 : Volum unitari per cada metre de canonada, expressat en litres/metre de tub

En el cas que la instal·lació utilitzi tubs emissors de diferents diàmetre en els diferents locals que componen la instal·lació:

$$V_{TE} = L_{TE1} \cdot V_1 + L_{TE2} \cdot V_2 + \dots$$

V_{TE} : Volum interior total del circuit de distribució, expressat en litres.

$L_{TE1}, L_{TE2} \dots$: Longitud total de circuits amb mateix diàmetre de tub, expressat en metres.

$V_1, V_2 \dots$: Volum unitari de cada tipus de tub, expressat en litres/metre de tub.

La taula següent proporciona el volum interior de les canonades en funció del volum exterior i l'espessor, per a diàmetres de canonades de polietilè reticulat més utilitzades com a tubs emissors:

Diàmetre nominal (mm)	Espesor (mm)	Diàmetre interior (mm)	Volumen unitario (litros/metro)
16	1,8	12,4	0,12
17	2	13	0,13
20	1,9	16,2	0,21

Taula 2.79. Volum interior dels tubs emissors més habituals



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.7.1.3 Càlcul del coeficient d'expansió

Es defineix com a coeficient d'expansió el factor que, multiplicat pel volum del fluid contingut a la instal·lació, proporciona l'augment de volum del fluid a l'augmentar la temperatura del mateix.

Aquest coeficient d'expansió s'estableix entre la temperatura de 4°C (a la que correspon el volum específic mínim) i la temperatura màxima de funcionament del sistema.

El coeficient d'expansió es determina en funció de les fórmules incloses en la norma UNE 100.155. Per a una temperatura mitja de funcionament compresa entre 30°C i 72°C, normal en els processos de calefacció per terra radiant, el coeficient d'expansió pot obtenir-se de la Taula 2.80, en funció de la temperatura mitja de funcionament de la instal·lació.

Temperatura de entrada (°C)	Temperatura mitjana màxima (°C)	Coeficiente de expansión (adimensional)	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura mitjana màxima (°C)	Coeficiente de expansión (adimensional)
4	30	0,00341	4	52	0,01131
4	32	0,00398	4	54	0,01220
4	34	0,00459	4	56	0,01312
4	36	0,00522	4	58	0,01407
4	38	0,00588	4	60	0,01505
4	40	0,00657	4	62	0,01606
4	42	0,00729	4	64	0,01709
4	44	0,00804	4	66	0,01816
4	46	0,00881	4	68	0,01925
4	48	0,00962	4	70	0,02037
4	50	0,01045	4	72	0,02144

Taula 2.80 Coeficient d'expansió segons temperatura mitjana màxima de funcionament de la instal·lació

En el cas que, la instal·lació estigui dividida en dues zones que funcionin a diferents temperatures (per exemple, una temperatura major per al circuit del generador i una



altra inferior per al circuit de tubs emissors), s'hauran de calcular els coeficients d'expansió de cada una de les zones.

2.1.7.1.4 Càlcul de l'augment de volum del fluid de la instal·lació

L'augment de volum es calcula coneixent el volum de fluid contingut en la instal·lació i el coeficient d'expansió, degut a la temperatura de funcionament de la instal·lació.

La fórmula que permet obtenir aquest augment de volum és la següent:

$$\Delta V = C_E \cdot V_{TE}$$

Eq. 2.49

On:

ΔV : Augment de volum de fluid degut a l'escalfament, expressat en litres.

C_E : Coeficient d'expansió (adimensional), que s'obté de la Taula 2.80

V_{TE} : Volum total de la instal·lació o de la part considerada, expressat en litres.

2.1.7.1.5 Càlcul del volum útil del vas d'expansió tancat

Es defineix com volum útil del vas d'expansió a la capacitat del mateix al costat de l'aigua, mantenint la membrana en la posició d'equilibri.

Com a mínim, aquest volum ha de ser igual a l'augment de volum que es produeix en la instal·lació. Donat que tan sol es disposa de mesures comercials estàndars, es selecciona el volum útil immediatament superior a l'augment de volum calculat per a la instal·lació.

$$V_U \geq \Delta V$$



On:

V_U : Volum útil del vas d'expansió de la instal·lació, expressat en litres

ΔV : Augment de volum de fluid degut a l'escalfament, expressat en litres.

2.1.7.1.6 Càlcul del coeficient de pressió

Es defineix com a coeficient de pressió d'un vas d'expansió tancat a la relació que existeix entre el volum total del vas d'expansió respecte al volum útil del mateix.

$$C_p = \frac{V_T}{V_U}$$

Eq. 2.50

C_p : Coeficient de pressió del vas d'expansió (adimensional)

V_T : Volum total del vas d'expansió de la instal·lació, expressat en litres

V_U : Volum útil del vas d'expansió de la instal·lació, expressat en litres

No obstant, al no disposar del volum total del vas d'expansió no es pot calcular per mitjà d'aquesta fórmula el coeficient de pressió.

El coeficient de pressió també pot calcular-se coneixent les pressions màxima i mínima de funcionament del vas. Per a vasos d'expansió tancats amb membrana, la fórmula que es pot aplicar és la següent:

$$C_p = \frac{P_{MAX}}{P_{MAX} - P_{MIN}}$$

Eq. 2.51

On:

C_p : Coeficient de pressió del vas d'expansió (adimensional)



P_{MAX} : Pressió absoluta màxima de la instal·lació, expressada en bar

P_{MIN} : Pressió absoluta mínima de la instal·lació, expressada en car

La pressió mínima de funcionament de la instal·lació es determina de forma que la pressió d'aspiració de la bomba en qualsevol condició de funcionament sigui superior a la pressió d'aspiració mínima de la mateixa, evitant així que puguin produir-se fenòmens de cavitació. S'haurà de preveure un marge mínim de 0,2 bar entre ambdues pressions.

La pressió absoluta mínima de la instal·lació, expressada en bar, es pot calcular per mitjà de la següent fórmula:

$$P_{MIN} = h_G + P_{ATM} + 0,5$$

Eq. 2.52

P_{MIN} : Pressió absoluta mínima de la instal·lació, expressat en bar

h_G : Altura geomètrica de la instal·lació, expressada en bar (mínim 1 bar)

P_{ATM} : Pressió atmosfèrica, expressada en bar. Es considera 1 bar

La pressió màxima de funcionament serà lleugerament menor a la pressió de tarat de la vàlvula de seguretat, éssent aquesta última menor que la pressió màxima de treball dels components del sistema.

Es pren el valor menor dels dos següents:

$$P_{MAX} = 0,9 \cdot P_{VS} + 1 \quad (10\% \text{ menor que } P_{VS})$$

Eq. 2.53

$$P_{MAX} = P_{VS} + 0,65 \quad (0,35 \text{ bar inferior a la } P_{VS})$$

Eq. 2.54

On:

P_{MAX} : Pressió absoluta màxima de la instal·lació, expressat en bar



P_{vs} : Pressió relativa de tarat de la vàlvula de seguretat, expressada en bar

La Taula 2.82 permet obtenir de forma directa el valor de la pressió màxima, aplicant les fórmules anteriors.

Presión relativa de tarado de válvula seguridad " P_{vs} " (bar)	Presión absoluta máxima de la instalación " P_{MAX} " (bar)	Presión relativa de tarado de válvula seguridad " P_{vs} " (bar)	Presión absoluta máxima de la instalación " P_{MAX} " (bar)
3	3,6	4,5	5,05
3,5	4,15	5	5,5
4	4,6	6	6,4

Taula 2.81 Volum interior dels tubs emissors més habituals

2.1.7.1.7 Càlcul del volum total del vas d'expansió

Per al càlcul del volum total del vas d'expansió s'utilitza la fórmula següent:

$$V_T = V_U \cdot C_p$$

Eq. 2.55

On:

V_T : Volum total del vas d'expansió de la instal·lació, expressat en litres

V_U : Volum útil del vas d'expansió de la instal·lació, expressat en litres

C_p : Coeficient de pressió del vas d'expansió (adimensional)

2.1.7.2 Resultats obtinguts

En el present projecte es disposa de tres circuits clarament diferenciats, com són:

- Circuit exterior (Zona 1)
- Circuit interior (Zona 2)
- Circuit ACS (Zona 3)



A la Taula 2.82 es poden observar els elements que s'han tingut en compte a l'hora de calcular el volum mínim del vas d'expansió del circuit exterior, així com les seves dimensions, el resultat obtingut per a les diferents variables necessàries en el seu càlcul i el resultat final.

Element	Dimensions	V _{TE} (L)	C _E	V _U (L)	C _P	V _T (L)
Bescanviador geotèrmic	1 ½" x 99 m	103,32 ¹	0,00171	0,1762	3,2727	0,5765
Col·lector geotèrmic	2 ½" x 1 m					
Bescanviador circuit exterior	1,5 L					

Taula 2.82 Resultats obtinguts vas expansió zona 1

La pròpia bomba de calor porta incorporat un vas d'expansió per al circuit exterior de 12 litres suficient per a la instal·lació objecte del projecte.

A la Taula 2.83 es mostren els resultats obtinguts per a la zona 2.

Element	Dimensions	V _{TE} (L)	C _E	V _U (L)	C _P	V _T (L)
Terra radiant	669 L	878,04 ¹	0,001705	1,4970	6	8,98
Fan-coils	4 L					
Canonades distribució	· 1 ½" x 44,18 m · 1" x 12,42 m					
Bescanviador circuit interior	1,5 L					

Taula 2.83 Resultats obtinguts vas expansió zona 2

La bomba de calor seleccionada porta incorporat un vas d'expansió de 12 litres suficient per a la instal·lació objecte del projecte.

A la Taula 2.84 es mostren els resultats obtinguts per a la zona 3.

¹ S'ha considerat un 20% del volum total de la instal·lació per a valvuleria i per al grup hidràulic



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

Element	Dimensions	V _{TE} (L)	C _E	V _U (L)	C _P	V _T (L)
Bescanviador ACS	0,5 L	2,2416 ¹	0,018	0,0403	3,2727	0,1320
Bescanviador circuit ACS	0,24 L					
Canonades distribució	1" x 2 m					

Taula 2.84 Resultats obtinguts vas expansió zona 3

El vas d'expansió més petit que s'ha trobat és de 5 litres. Se n'escull un d'aquestes característiques per a la instal·lació objecte del projecte.

2.1.8 Càlcul del bescanviador geotèrmic

L'objectiu d'aquest apartat és calcular la longitud de tub necessària per a garantir conjuntament amb la bomba de calor escollida, la climatització de la vivenda objecte del projecte.

Degut a que tal i com s'exposa a l'apartat 1.7.5.2.3 de la Memòria del present projecte s'ha escollit la bomba de calor IZEH-70 de la marca CIATESA, per tal de poder dissenyar el bescanviador geotèrmic de la forma més acurada possible s'utilitza el programa GeoCiatesa V.1.00

2.1.8.1 Descripció del programa GeoCiatesa V.1.00

L'objectiu principal del programa és servir com a eina per al dimensionament de bescanviadors soterrats acoblats a bombes de calor aigua-aigua de la marca CIATESA.



Aquest programa és producte de la col·laboració de CIATESA i la Universitat Politècnica de València, en concret del Grup de Investigació i Modelat de Sistemes Tèrmics del Departament de Termodinàmica Aplicada.

El programa conté bases de dades de bombes de calor (IZE-CIATESA), dades climàtiques d'Espanya, sòls, dades de tuberies, fluids, etc., que faciliten el disseny de l'intercanviador soterrat.

La principal sortida del programa és el valor de la longitud de tub necessari per garantir la climatització de l'edifici. A més a més el programa mostra una sèrie de dades que poden ajudar al dissenyador a escollir la millor opció, tot això en funció de la temperatura de sortida de la bomba de calor.

2.1.8.1.1 Estructura del programa

El programa disposa de cinc pestanyes:

2.1.8.1.1.1 Pestanya de configuració

A la primera pantalla, Figura 2.39, l'usuari pot seleccionar la configuració que es desitgi per al bescanviador soterrat. L'usuari disposa de cinc tipus de configuracions horitzontals i una configuració vertical.

El bescanviador soterrat està descrit pels següents paràmetres:

- El tipus de configuració
- El nombre de bucles
- El nombre de fileres de pous M (només per a configuracions verticals)
- El nombre de columnes de pous N (només per a configuracions verticals)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



- La distància entre dos seccions D (només per a configuracions horitzontals)
- El nombre de seccions en paral·lel N (només per a configuracions horitzontals)
- La distància entre els pous D (només per a configuracions verticals)
- La profunditat dels tubs P (només per a configuracions horitzontals)

2.1.8.1.1.2 Pestanya de materials

A la segona pestanya, Figura 2.40, s'introdueixen les dades del tubs que l'usuari prefereix utilitzar per a la construcció del bescanviador soterrat.

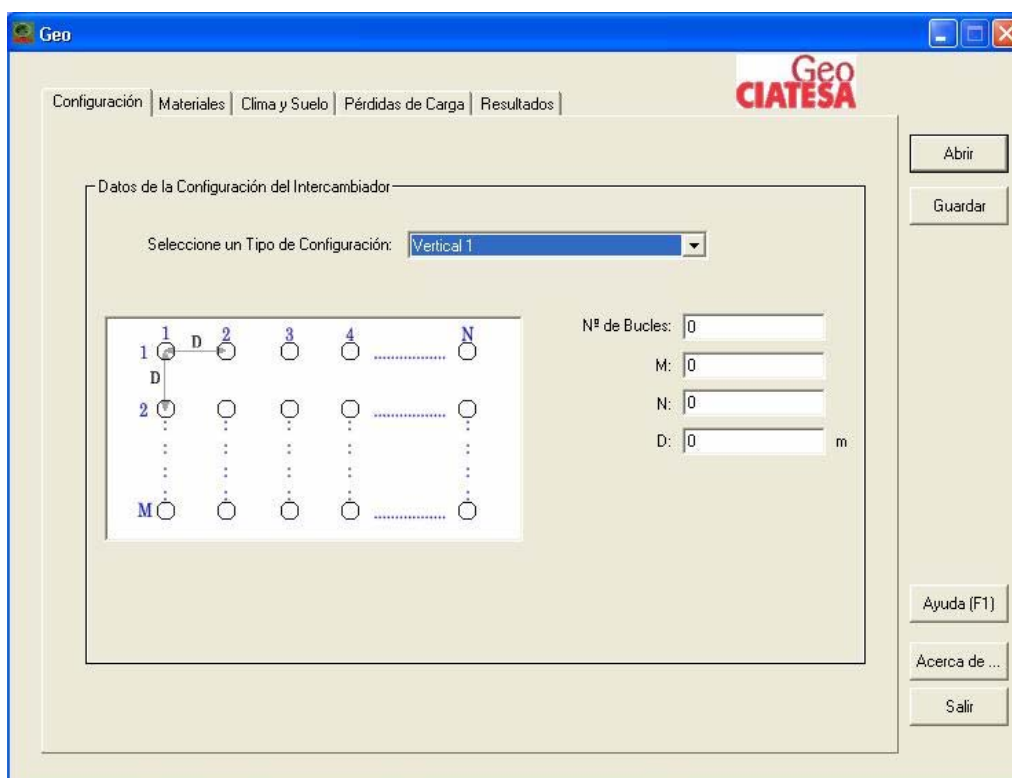


Figura 2.39 Pestanya de configuració

Aquesta pestanya està dividida en dos requadres. El primer fa referència a les dades del bescanviador de calor soterrat i el segon al col·lector, que és la canonada que uneix la



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



bomba de calor amb el bescanviador. El col·lector, tot i que pot tenir una longitud considerable, no es considera com a part del bescanviador de calor i l'únic efecte que es considera en aquest és el degut a les pèrdues de pressió (per fricció en canonada i accessoris).

Al requadre del bescanviador soterrat l'usuari escolleix el material estàndard, seleccionant-lo del menú desplegable i la seva corresponent pressió nominal, o un material no estàndard, introduint la conductivitat tèrmica, la rugositat absoluta i la pressió nominal de l'anomenat material. A més a més l'usuari ha de seleccionar un diàmetre nominal estàndard al menú desplegable, o optar per un tamany de tub no estàndard, introduint els diàmetres interior i exterior del tub.

Al requadre del col·lector l'usuari escolleix un material estàndard, seleccionant-lo del menú desplegable i la seva corresponent pressió nominal, o bé un material no estàndard, introduint la rugositat absoluta i la pressió nominal. A més a més l'usuari ha de seleccionar un diàmetre nominal estàndard al menú desplegable, o optar per un tamany de tub no estàndard, introduint el diàmetre interior i la longitud total del col·lector (anada + tornada).

Figura 2.40 Pestanya de materials



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.8.1.1.3 Pestanya de clima i sòl

La pestanya “Clima i Sòl”, Figura 2.41, permet a l'usuari donar la informació geogràfica rellevant per al projecte, les dades de l'edifici, la selecció de la bomba de calor i el fluid de treball.

The screenshot shows the 'Geo' software window with the 'Clima y Suelo' tab selected. The 'Elija capital de provincia más cercana (o más similar):' dropdown is set to 'A Coruña'. Under 'Datos del Suelo', the 'Suelo:' dropdown is set to 'Agua', and a humidity slider is visible. Below this, there are input fields for 'Conductividad' (0 W/(m·K)) and 'Cp' (0 MJ/K·m³). The 'Carga Térmica del Edificio' section has a 'Tipo de Edificio:' dropdown set to 'Centro Comercial', and two sub-sections for 'Calefacción' and 'Refrigeración', each with a 'Max. Carga:' input field set to 0 kW. A 'Sugerir Bomba' button is located below these. At the bottom, there are dropdowns for 'Bomba de Calor:' (set to 'IZE 20') and 'Fluido del Intercambiador:' (set to 'Agua'), along with a 'Concentración:' input field set to 0%. On the right side of the window, there are buttons for 'Abrir', 'Guardar', 'Ayuda (F1)', 'Acerca de ...', and 'Salir'.

Figura 2.41 Pestanya de clima i sòl

Primer s'escolleix la capital de província més propera o més similar en quant a les condicions climàtiques, i la ubicació del bescanviador soterrat. Per aquest motiu GEO CIATESA incorpora una base de dades climàtiques de les 50 capitals de província d'Espanya.

La següent selecció fa referència a les propietats del sòl. L'usuari pot escollir un tipus de sòl d'una llista de 28 tipus, i indicar la humitat d'aquest, a la profunditat del

bescanviador. Una altra alternativa és introduir la conductivitat i la capacitat tèrmica, si es té informació d'aquests paràmetres.

Les següents dades que ha d'introduir l'usuari són les relacionades amb l'edifici a climatitzar, les màximes càrregues per a Calefacció (Hivern) i Refrigeració (Estiu) i un factor d'utilització (tipus d'edifici) d'aquestes càrregues màximes. A continuació s'ha de seleccionar la bomba de calor CIATESA, i el fluid que circularà pel circuit del bescanviador soterrat.

Per la bomba de calor pot escollir-se entre totes les bombes aigua-aigua de la gama IZE. El fluid serà, aigua o una solució d'un producte anticongelant. Les propietats dels diferents fluids fan que el conjunt de la bomba de calor més bescanviador soterrat funcioni de manera diferent segons el fluid que s'escolleix.

2.1.8.1.1.4 Pestanya de pèrdues de càrrega

La quarta pestanya Figura 2.42 és la relacionada amb les pèrdues de pressió. Aquí l'usuari introdueix els accessoris del bescanviador i del sistema del col·lector (canonades entre la bomba de calor i el bescanviador de calor soterrat). Aquesta informació és necessària tan sols per al càlcul de les pèrdues de càrrega hidràulica al sistema. El resultat final del càlcul inclou ja les pèrdues en la mateixa bomba de calor, seleccionada a la pestanya anterior.

La pestanya "Pèrdues de càrrega" es divideix en dos: el primer quadre fa referència a un càlcul més detallat de les pèrdues en accessoris. Aquí l'usuari té l'opció de detallar els accessoris hidràulics (colzes, reduccions, T's, etc.) de la instal·lació; i el segon quadre fa referència a un càlcul aproximat de les pèrdues en accessoris, on l'usuari estima les longituds equivalents per al col·lector i en un bucle del bescanviador soterrat.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Figura 2.42 Pestanya de pèrdues de càrrega

Cal tenir en compte que pel bescanviador soterrat es demana el nombre d'accessoris per cada bucle, no el nombre total en tots els bucles. El programa suposa que els bucles són idèntics.

2.1.8.1.1.5 Pestanya de resultats

En aquesta pestanya (Figura 2.43) s'observen 4 grups d'informació. Al primer es mostren les temperatures de l'aigua de l'aplicació (circuit interior), i en les dos restants es veuen els resultats per a hivern (calefacció) i estiu (refrigeració) respectivament. En el quart requadre s'observen els avisos per cada disseny.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

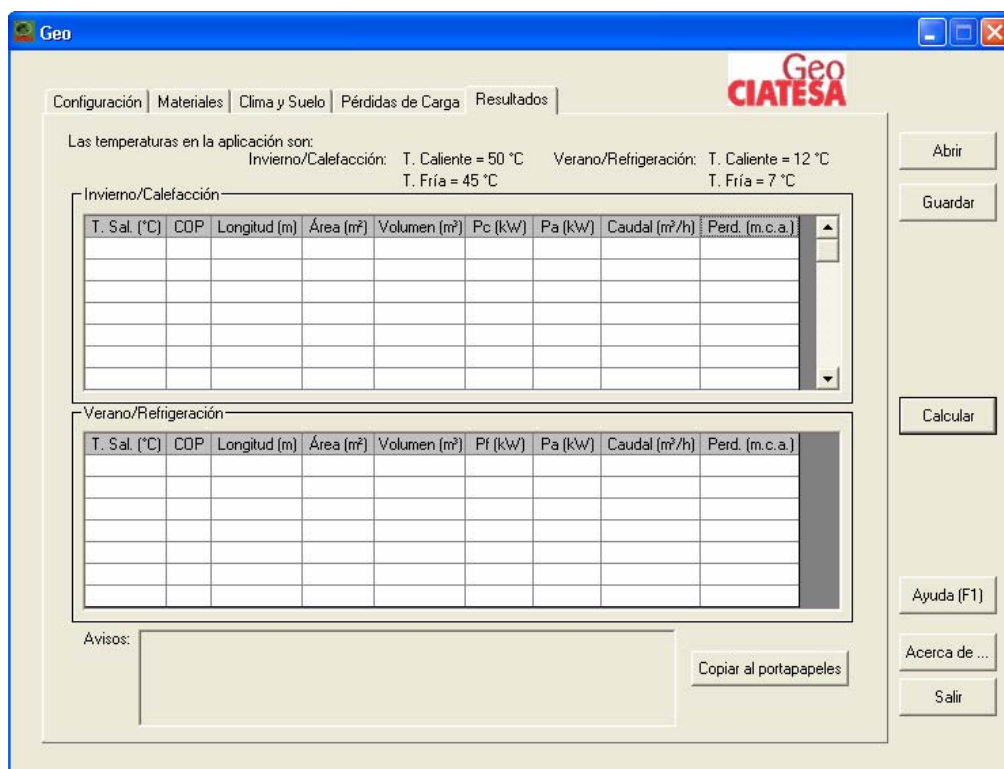


Figura 2.43 Pestanya de resultats

En la part superior de la pestanya “Resultats” es mostren les temperatures de l’aigua amb les quals el programa realitza els càlculs per a l’aplicació (circuit interior).

Com ja s’ha comentat GEO CIATESA és un programa per al dimensionament de bescanviador de calor soterrats, o sigui que la principal sortida del programa és el valor de la longitud. A més a més, el programa mostra una sèrie de dades que poden ajudar al dissenyador a escollir la millor opció, tot això en funció de la temperatura de sortida de la bomba de calor.

Com s’observa el programa proporciona diferents dades de sortida; unes són simplement dades que el programa llegeix de les bases de dades i mostra a l’usuari per ajudar-lo en la definició del disseny òptim, per exemple: COP, Pc (potència calorífica), Pa (potència absorvida en al bomba de calor) i cabal nominal.



Els altres valor calculats són la longitud, l'àrea i volum afectats pel bescanviador soterrat (en el cas de configuracions horitzontals), l'àrea afectada i el volum excavat (en cas de confuracions verticals) i la pèrdua de càrrega per friccions (resultant de sumar les pèrdues per longitud i accessoris del bescanviador, les pèrdues per longitud i accessoris al col·lector i les pèrdues a la bomba de calor).

Una vegada polsat el botó calcular, les fileres de resultats apareixen de color verd si el disseny a aquella temperatura és correcte, en color ambre si presenta alguna incidència i roig si el disseny no és adequat.

2.1.8.2 Introducció de les dades

2.1.8.2.1 Selecció de la configuració

Per raons ja exposades a l'apartat 1.7.5.2.4.3 de la Memòria del present projecte s'escolleix la configuració Vertical 1.

En aquesta configuració Figura 2.44 es mostra una vista superior de l'àrea afectada per un camp d' $N \times M$ pous. Cada cercle representa un pou i en cada pou s'introduiran dos tubs, un d'anada i un altre de tornada units per una U en la part inferior del pou. Aquí tots els pous tenen la mateixa profunditat, i estan ordenats en un plà rectangular, definit per files en dos dimensions: X i Y.

Nº de Bucles: representa el nombre de circuits en paral·lel en que es divideix el flux principal.

N: representa el nombre de pous en direcció X.

M: representa el nombre de pous en direcció Y.

D: és la distància entre dos pous adjacents en la mateixa direcció, sigui X o Y.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

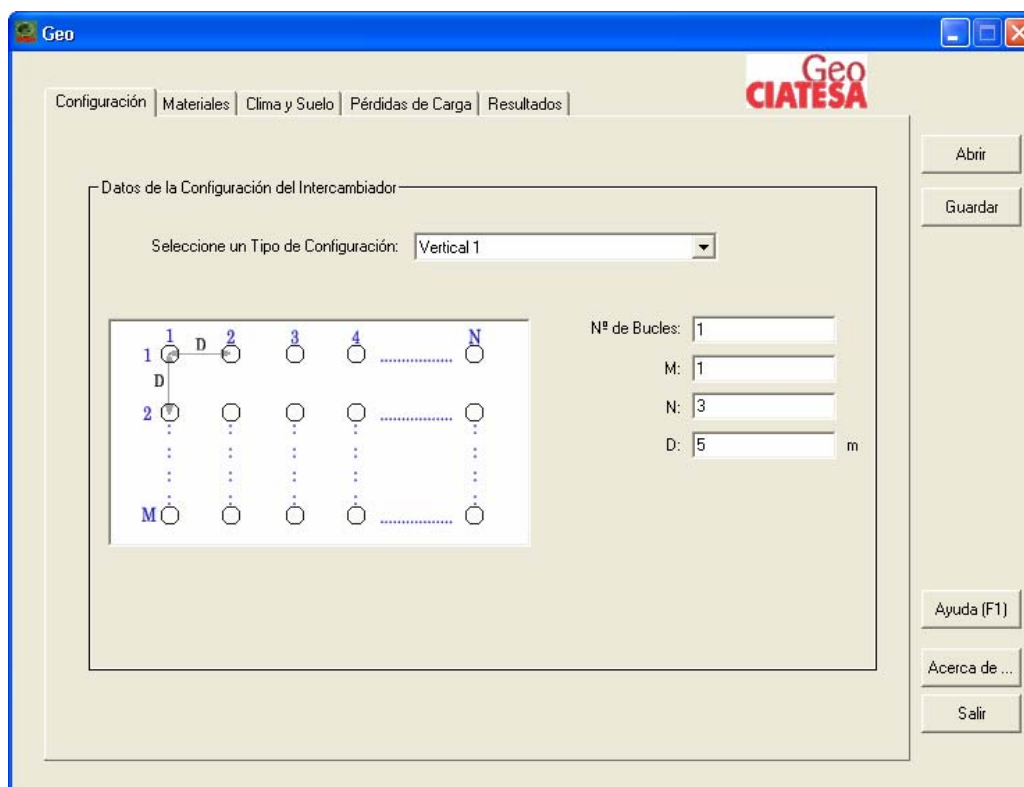


Figura 2.44 Vista superior de la configuració vertical 1

En el plànol 27 es defineix la posició exacta del bescanviador dins de la parcel·la de la vivenda.

Degut a que en la figura el programa mostra un plànol format per N columnes i M fileres de pous, s'ha d'entendre que la longitud del bescanviador de calor, que és el que s'està buscant, està en la direcció (entrant al paper), o sigui la profunditat del pou. S'ha de tenir en compte que la longitud que calcula el programa és la total. La profunditat de cada pou (L_u) és el resultat de dividir l'anomenada longitud total pel nombre total de pous i per dos (un tub de baixada i l'altre de pujada)

És a dir:

$$L_u = \frac{L_{total}}{2 \cdot N \cdot M}$$

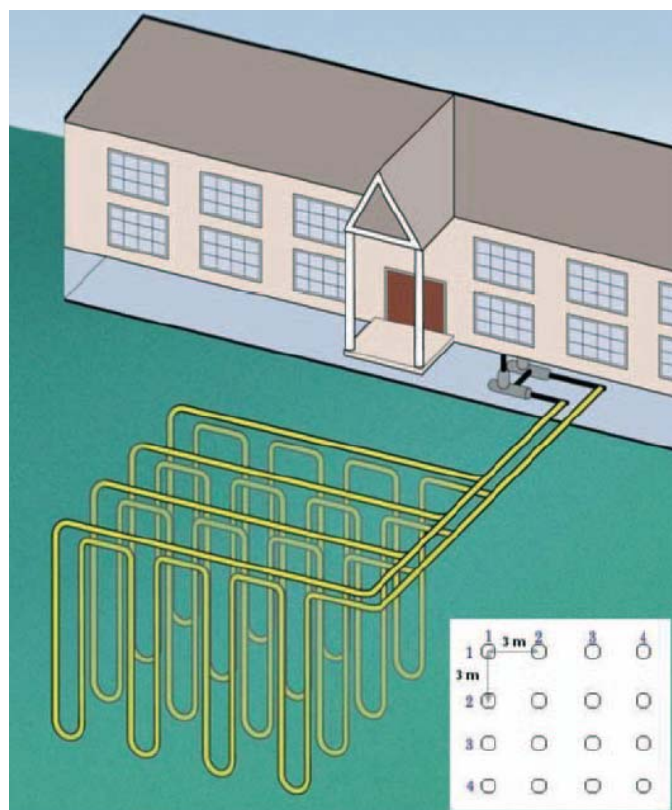
Eq. 2.56



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Per a una millor comprensió de la diferència entre *Nº de Bucles*, *N* i *M* es mostren a continuació uns exemples:



4 bucles; $M = 4$; $N = 4$; $D = 3$;

Figura 2.45 Exemple 1 configuració vertical



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

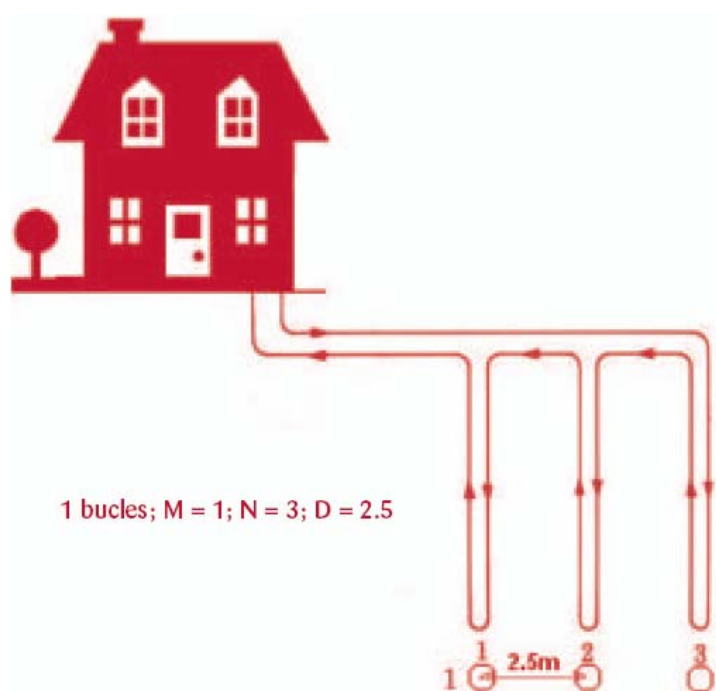


Figura 2.46 Exemple 2 configuració vertical

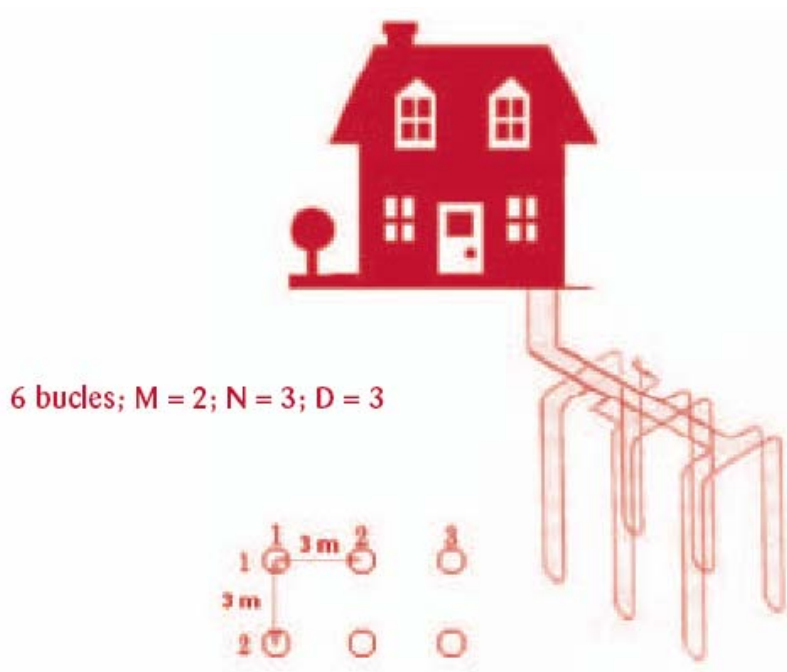


Figura 2.47 Exemple 3 configuració vertical

**2.1.8.2.1.1 Solució escollida**

Després de fer diferents proves s'ha optat que la configuració escollida sigui la que es mostra a la Figura 2.48.

Nombre de bucles: 3

M: 1

N: 3

D: 5

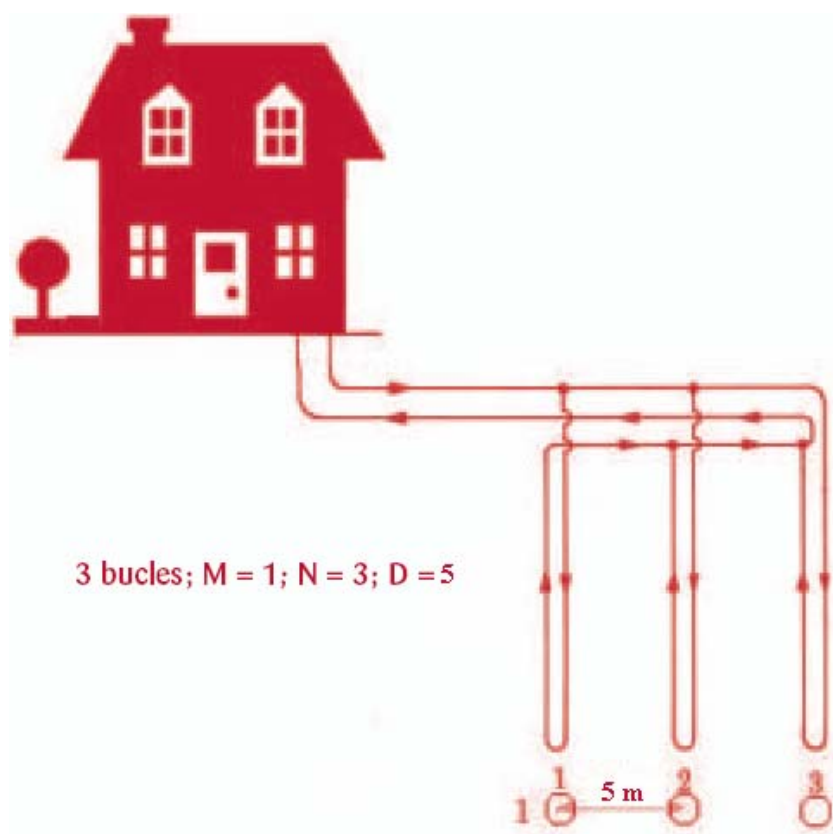


Figura 2.48 Configuració escollida



2.1.8.2.2 Selecció dels material i dades de la canonada

2.1.8.2.2.1 Bescanviador soterrat

2.1.8.2.2.1.1 Dades del material

Es pot escollir un material estàndard (Figura 2.40), comú al mercat, o un altre material del qual s'ha de conèixer necessàriament la conductivitat tèrmica i la rugositat absoluta, i la pressió nominal. En el primer cas, un material estàndard, s'escolleix entre un dels materials mostrats a la Taula 2.85:

Nombre	Abreviatura	Resistencia (MRS, Minimum Required Strength)	Conductividad térmica (W/m·K)
Polietileno 32	PE32	3.2 MPa	0.40678
Polietileno 50A	PE50A	5 MPa	0.43
Polietileno 50B	PE50B	5 MPa	0.29
Polietileno 80	PE80	8 MPa	0.43
Polietileno 100	PE100	10 MPa	0.43
Polibutileno SDR-17 IPS	PB SDR-17 IPS		0.22
Polibutileno SDR-13.5 CTS	PB SDR-13.5 CTS		0.22

Taula 2.85 Materials estàndards del bescanviador soterrat

Un cop s'ha escollit el tipus de material s'ha d'escollir a quina pressió s'estima que treballarà el sistema. El programa permet seleccionar els nivells de pressió als que pot treballar el material seleccionat. Cada pressió correspon a un espessor de paret del tub diferent.

Per a escollir el tipus adequat, s'ha de tenir present la profunditat final del bescanviador (si aquest és vertical), la pressió a la qual es sotmetrà el sistema en repòs, i les pressions derivades de les pèrdues de càrrega per fricció.

Una vegada seleccionat el tipus de material, instantàniament el programa carrega les pressions a les que treballa, que no són les mateixes per a cada material, motiu pel qual s'ha d'escollir la més adequada.



S'ha de tenir en compte que la pressió seleccionada ha de ser major a la màxima pressió del sistema. En cas que existeixin problemes amb la pressió màxima, el programa genera un avís de color vermell a la pestanya de resultats.

En configuracions verticals s'ha de tenir en compte que a mesura que la profunditat augmenta, també ho fa la pressió, a raó d'1 bar per cada 10 metres de profunditat aproximadament.

Solució escollida

S'ha optat com a material estàndard Polietilè 32, amb una Pressió nominal de 6 bar.

2.1.8.2.2.1.2 Dades de la canonada

En el quadre "Dades de la canonada" s'escolleix un diàmetre nominal estàndard-comercial, o bé, si el tamany no és estàndard, s'introdueix un diàmetre interior i un d'exterior.

A la Figura 2.44 s'observa la selecció del diàmetre estàndard del material seleccionat, el programa carrega automàticament els diàmetres per als quals aquest material té denominacions comercials.

Solució escollida

S'opta per un diàmetre nominal de 1 ½ ".

2.1.8.2.2.2 Col·lector (canonades entre la bomba de calor i el bescanviador soterrat)

2.1.8.2.2.2.1 Dades del material



Es pot optar per un material estàndard, comú al mercat, o per un altre, del qual s'haurà de conèixer la rugositat absoluta i la pressió nominal en les unitats que indica el programa.

El programa no sol·licita la conductivitat tèrmica del material, ja que el col·lector no es té en compte com element de transferència de calor, sinó per a l'anàlisi de pèrdues de pressió per friccions en canonades.

Novament s'ha de seleccionar el material per al col·lector del desplegable, i tot seguit, com es fa en la selecció del material del bescanviador soterrat, es selecciona la pressió nominal.

Per a escollir la pressió adequada s'ha de tenir present que la canonada ha de suportar la pressió a la qual es sotmetrà el sistema en repòs, més les pressions degudes a les pèrdues de càrrega per fricció en el bescanviador soterrat, en el col·lector i en la bomba de calor. No es té en compte la pressió per la columna estàtica, important en el cas dels bescanviadors verticals.

Solució escollida

Es selecciona Polietilè 32 a una pressió nominal de 6 bar.

2.1.8.2.2.2 Dades de la canonada

S'escull un diàmetre nominal estàndard comercial, o bé, si el tamany no és estàndard, s'introdueix un diàmetre interior.

La selecció de les dades del material es realitza d'igual manera que en el bescanviador soterrat. Les bases de dades són les mateixes per als dos sistemes i l'únic que s'ha de tenir en compte es qu generalment el col·lector haurà de tenir major diàmetre, depenent del nombre de divisions o bucles.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.8.2.2.2.1 Solució escollida

S'escolleix un diàmetre de canonada per al col·lector de 2 1/2"

La Figura 2.49 mostra la sortida per pantalla dels resum de la selecció de material i dades de la canonada.

The screenshot shows the 'Geo CIATESA' software interface. The 'Materiales' tab is selected. The 'Intercambiador Enterrado' section contains 'Datos del Material' (Material Estándar: Polietileno 32, Presión Nominal: 6.00 bar) and 'Datos de la Tubería' (Diámetro Nominal: 1 1/2"). The 'Colector' section contains 'Datos del Material' (Material Estándar: Polietileno 32, Presión Nominal: 6.00 bar) and 'Datos de la Tubería' (Diámetro Nominal: 2 1/2", Longitud del Colector: 1 m). Buttons for 'Abrir', 'Guardar', 'Ayuda (F1)', 'Acerca de ...', and 'Salir' are visible on the right.

Figura 2.49 Imatge resum selecció de material i dades de la canonada

2.1.8.2.3. Pestanya clima, sòl, càrregues tèrmiques, bomba de calor i fluid

2.1.8.2.3.1 Dades climàtiques

S'ha de seleccionar la capital de província més propera o més similar en quant a clima a la ubicació del bescanviador soterrat, entre una base de dades de les 50 capitals de província d'Espanya, excepte Palencia i Jaén.



2.1.8.2.3.1 Solució escollida

Degut a que la vivenda del present projecte es troba emplaçada a la província de Lleida, s'escolleix aquesta.

2.1.8.2.3.2 Dades del sòl

Es pot seleccionar el tipus de sòl, i indicar la humitat d'aquest a l'alçada del bescanviador, entre una llista de més de 28 tipus.

Una vegada seleccionat el tipus de sòl, el programa carrega instantàniament les dades recomanades per a les propietats d'aquest. Mostra també els valor mínims (molt sec) i màxims (molt humits) de conductivitat i capacitat tèrmica. En la part dreta del menú desplegable del sòl, es troba una barra que permet variar les propietats d'acord a les característiques d'humitat del sòl.

També es pot introduir la conductivitat i la capacitat tèrmica volumètrica del sòl, si es té la possibilitat de mesurar dits paràmetres o de disposar d'una estimació millor que la que pugui fer el programa.

2.1.8.2.3.2.1 Solució escollida

S'escolleix Pedra arenisca amb la humitat que predefineix el programa

2.1.8.2.3.3 Càrrega tèrmica de l'edifici i tipus d'edifici

Aquí s'introdueixen les màximes càrregues tèrmiques de Calefacció i Refrigeració i el tipus d'edifici.

S'ha de tenir en compte que el programa no requereix les temperatures a les quals van ser calculades aquestes càrregues tèrmiques, doncs assumeix que aquests valors són els



corresponents a l'hora del dia més calorós per a l'estiu i a l'hora del dia més fred per a l'hivern; GEO CIATESA a partir de les bases de dades climàtiques per a Espanya, selecciona aquestes temperatures com les crítiques i les utilitza internament per als seus càlculs.

El tipus d'edifici indica les hores setmanals que el propi edifici requerirà climatització. Internament, el programa ho interpresa com un factor d'utilització que va de 0 a 1.

2.1.8.2.3.3.1 Solució escollida

Es selecciona:

- *Tipus d'edifici*: Vivenda;
- *Màxima càrrega de Calefacció*: 12,077 kW;
- *Màxima càrrega de Refrigeració*: 10,669 kW

2.1.8.2.3.4 Selecció de la bomba de calor

Un cop introduïdes les màximes càrregues de calefacció i refrigeració, el programa té l'opció de romanar la bomba de calor que més s'apropa als valors de la càrrega requerida. El programa compara el valor de la càrrega per a calefacció introduïda amb el valor nominal de potència calorífica de cada bomba de la sèrie IZE de CIATESA, tot seguit realitza la mateixa operació per a refrigeració, i selecciona la boba de calor que més s'apropa i compleix amb les dues dades de càrrega.

També es pot prefixar la bomba de calor escollint-la del menú desplegable "Bombes de calor".

En cas que la bomba de calor escollida no sigui capaç de subministrar l'energia requerida en l'edifici, el programa en la pestanya "Resultats" mostra un avís en color



àmbat indicant que es necessitaria instal·lar un equip auxiliar o seleccionar una bomba de major potència.

2.1.8.2.3.4.1 Solució escollida

Un cop introduïdes les càrregues de calefacció i refrigeració s'ha optat per a que el propi programa suggereixi la bomba de calor més convenient. La bomba suggerida és la IZE 70.

2.1.8.2.3.5 Selecció del fluid al bescanviador soterrat

El programa està preparat per a fer càlculs amb aigua i amb solucions de fins al 56% de glicol en aigua. L'ús d'aigua glicolada és necessari quan la temperatura de l'aigua a l'hivern està per sota de la temperatura mínima admissible en la bomba de calor (5°C per a la sèrie IZE).

Utilitzant aigua glicolada, es pot treballar amb temperatures de fins -4°C, el que permet reduir considerablement la longitud del bescanviador en condicions on predomina la càrrega de calefacció per sobre de la càrrega de refrigeració. En canvi, el rendiment de la bomba de calor disminueix quan la temperatura del líquid és més baixa. Així doncs s'haurà de trobar una temperatura òptima que garanteixi el màxim COP del sistema amb una longitud mínima del bescanviador.

2.1.8.2.3.5.1 Solució escollida

El mètode per a escollir el percentatge de glicol ha estat el següent:

- S'han fet els càlculs amb diferents percentatges de glicol, concretament amb un 5%, un 10%, un 20%, un 30% i un 40%. S'ha observat que com més percentatge de glicol més llarg ha de ser el bescanviador, però un baix percentatge de glicol no proporciona les millors característiques anticongelants. Així doncs s'ha optat per escollir Aigua glicolada amb una concentració del 10%.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



La Figura 2.50 mostra la sortida per pantalla dels resum de la selecció del clima, sòl, càrregues tèrmiques, bomba de calor i fluid.

The screenshot shows the 'Geo CIATESA' software interface. The 'Configuración' tab is active. The 'Clima y Suelo' section shows 'Lleida' selected for the climate. The 'Datos del Suelo' section shows 'Piedra arenisca' selected for the soil, with a humidity slider set to 1.28 W/(m·K) and 1.80 MJ/K·m³. The 'Carga Térmica del Edificio' section shows 'Vivienda' selected for the building type, with 'Max. Carga' values of 12.077 kW for heating and 10.669 kW for refrigeration. The 'Bomba de Calor' section shows 'IZE 70' selected for the heat pump. The 'Fluido del Intercambiador' section shows 'Agua Glicolada' selected for the fluid, with a concentration of 10%.

Figura 2.50 Resum de la selecció del clima, sòl, càrregues tèrmiques, bomba de calor i fluid

2.1.8.2.4 Pèrdues de càrrega per fricció en canonades

2.1.8.2.4.1 Pèrdues en accessoris

Aquesta secció es subdivideix en dos. En la primera s'indiquen les pèrdues en accessoris, i en el col·lector; aquí s'introdueix el nombre d'accessoris que s'estima, tindrà el present projecte. En la segona secció l'usuari introdueix el nombre d'accessoris per al bescanviador soterrat, entenent-se accessori com a cada bucle individual.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.8.2.4.1.1 Solució escollida

A la Figura 2.42 es pot veure una imatge resum de la solució escollida. Es justifica amb un disseny del col·lector i del bescanviador de calor soterrat al plànol 27.

2.1.8.2.4.2 Pèrdues en accessoris (càlcul aproximat)

Com a alternativa al càlcul de les pèrdues en accessoris introduint el nombre de cada un d'ells, poden introduir-se els valor de longitud equivalent al col·lector i longitud equivalent per cada bucle, en metres.

La Figura 2.51 mostra la sortida per pantalla dels resum de les pèrdues de càrrega per fricció en les canonades.

Figura 2.51 Pèrdues de càrrega per fricció en canonades



2.1.8.3 Resultats del programa

2.1.8.3.1 Pestanya de resultats

S'observen 4 grups de dades: en el primer es mostren les temperatures de l'aigua de l'aplicació (circuit interior), en les dos següents es veuen els resultats per a hivern i estiu respectivament i en la última es veu el quadre d'avisos (veure Figura 2.53).

2.1.8.3.1.1 Temperatures d'aplicació

El programa mostra les temperatures per a l'hivern (calefacció) i per a l'estiu (refrigeració) en l'aplicació. Aquests valors són constants i s'indiquen a continuació:

Per a l'estiu (refrigeració) es té:

Temperatura Calenta = 12 °C, fa referència a la temperatura de l'aigua a l'entrada de la bomba de calor en el circuit interior o connectat a l'edifici.

Temperatura Freda = 7 °C, fa referència a la temperatura de l'aigua a la sortida de la bomba de calor en el circuit interior o connectat a l'edifici.

Per a l'hivern (calefacció), es té:

Temperatura Calenta = 50 °C, fa referència a la temperatura de l'aigua a la sortida de la bomba de calor, en el circuit interior o connectat a l'edifici.

Temperatura Freda = 45 °C, fa referència a la temperatura de l'aigua a l'entrada de la bomba de calor, en el circuit interior o connectat a l'edifici.



2.1.8.3.1.2 Resultats per Hivern (calefacció) i Estiu (refrigeració)

Com s'observa a la Figura 2.53 el programa proporciona diferents dades de sortida; uns són valor que el programa llegeix de les bases de dades i mostra a l'usuari per ajudar-lo en la definició del disseny òptim, per exemple:

COP El COP que calcula GEO CIATESA és el COP mínim, ja que és calculat en les pitjors condicions, quan per exemple a l'estiu, el sòl ja està calent degut al calor induït durant tota l'estació. En aquesta circumstància l'aigua que arriba a la bomba de calor ho farà a major temperatura, la condensació es produirà per tant a temperatura i pressió més elevades i el COP serà menor. S'ha de tenir en compte que la majoria del temps que funciona el sistema en una estació determinada, aquest no treballa en les pitjors condicions, sempre està a una temperatura més baixa que la de l'instant crític (final d'estiu) i per consegüent el COP real és més alt.

P_c Potència calorífica o capacitat de la bomba en calefacció per a unes condicions específiques de temperatura de sortida d'aigua freda i calenta de la bomba de calor.

P_f Potència frigorífica o capacitat de la bomba en refrigeració per a unes condicions específiques de temperatura de sortida d'aigua freda i calenta de la bomba de calor.

P_a Potència absorbida o potència elèctrica consumida pel compressor per a unes determinades condicions específiques de temperatura de sortida d'aigua freda i calenta de la bomba de calor.

Cabal nominal Cabal nominal o cabal amb el que es garantitzen les prestacions de la bomba de calor



Temperatura de sortida És la temperatura de sortida de l'aigua de la bomba de calor al final de l'estació d'hivern/calefacció o estiu/refrigeració.

Els altres valors són calculats com:

Longitud És la longitud total del tub calculada per a unes condicions específiques de temperatura de sortida d'aigua freda i calenta de la bomba de calor.

Àrea Per al cas dels bescanviadors verticals l'àrea afectada és la que es troba exactament per sobre dels tubs com es mostra a la Figura 2.52;

Volum El volum que calcula el programa és el volum excavat. Veure Figura 2.52.

Pérd. (m.c.a) És la pèrdua de càrrega per friccions (aquesta és la resultant de sumar les pèrdues per longitud i accessoris del bescanviador soterrat, la pèrdua per longitud i accessoris al col·lector i les pèrdues en la bomba de calor).

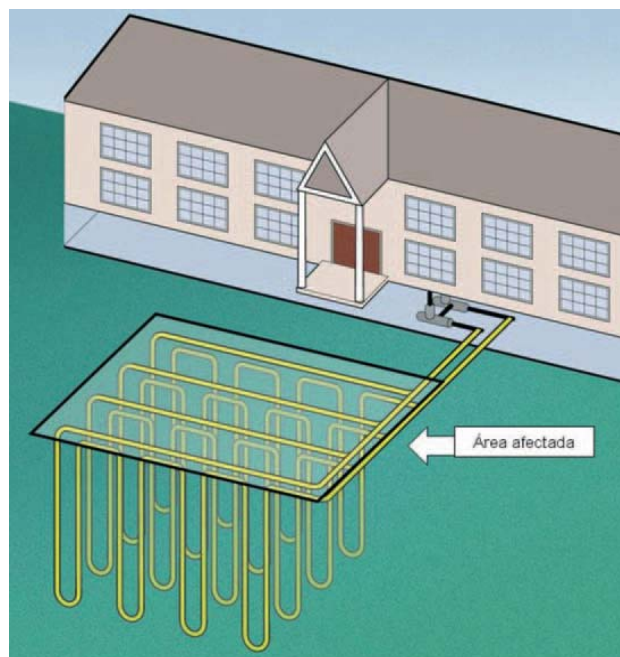


Figura 2.52 Àrea i volum afectat



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



A la Figura 2.53 es mostra la sortida per pantalla de tots els resultats del programa.

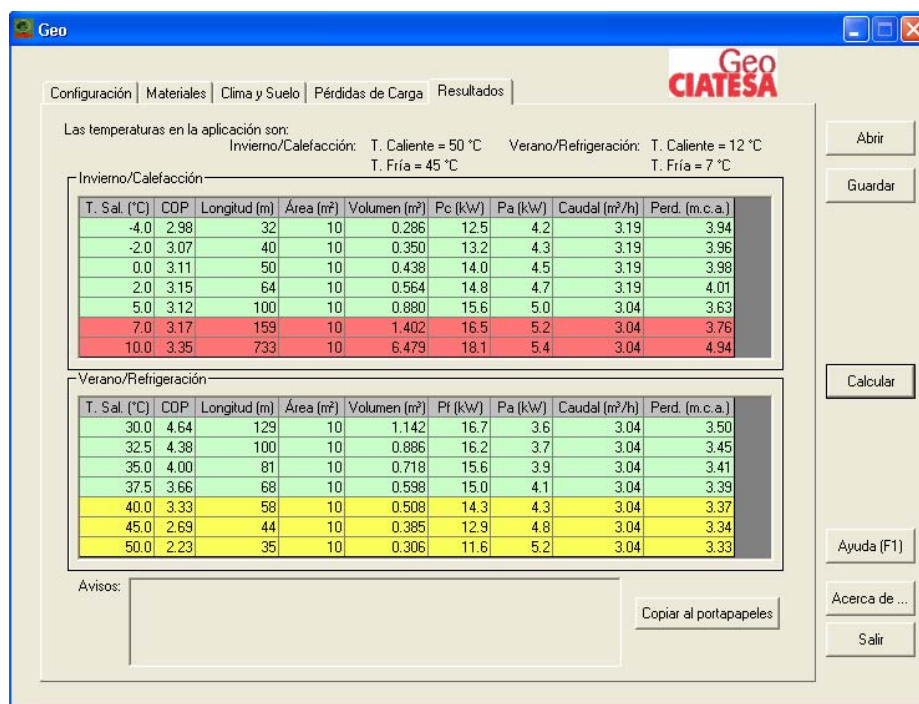


Figura 2.53 Resultats del programa

2.1.8.4 Anàlisi tècnic-econòmic per a l'elecció de la longitud del bescanviador de calor

La Figura 2.54 mostra les corbes del COP i de la longitud envers la temperatura de sortida de l'aigua de la bomba de calor en condicions d'hivern.

En la gràfica s'aprecia que a mesura que augmenta la longitud millora el COP. Degut a que per a les temperatures de sortida de la bomba de calor de 7 °C i 10 °C el bescanviador està sotmès a una pressió massa elevada no es tindran en compte en l'estudi.

A partir d'aquí s'observa com el màxim COP s'obté a una temperatura de sortida de la bomba de calor de 2 °C, però per contrapartida és el disseny que més pèrdues de càrrega per fricció obté.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Si, en canvi s'observa el disseny amb una temperatura de sortida de la bomba de calor de 5 °C es pot comprovar com el COP és pràcticament el mateix que per a la configuració descrita anteriorment (la qual cosa indica que els costos de funcionament seràn pràcticament els mateixos), aporta més potència calorífica, necessita menys cabal per garantir les prestacions de la bomba de calor i té menys pèrdues de càrrega per fricció.

La longitud del bescanviador de calor tot i ser superior per a 5 °C, degut a que comercialment les canonades de polietilè es venen amb rotllos de 50 o de 100 metres, el cost que això suposa a la instal·lació serà el mateix per a la configuració de 2 °C com per a la de 5 °C.

Per aquests motius el disseny escollit és el que es mostra a la Taula 2.86.

T. Sort. (°C)	COP	Longitud (m)	Àrea (m²)	Volum (m³)	Pc (kW)	Pa (kW)	Cabal (m³/h)	Perd. (m.c.a.)
5	3,12	100	10	0,880	15,6	5,0	3,04	3,63

Taula 2.86 Resultats obtinguts per a l'hivern

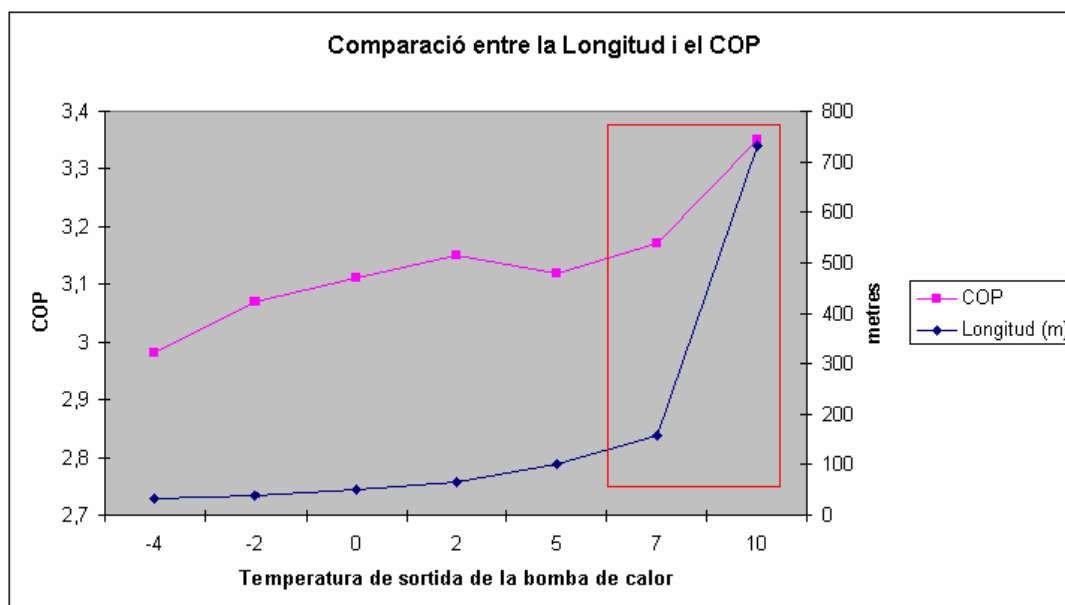


Figura 2.54 COP i L vs Temperatura de sortida de l'aigua la bomba de calor a l'hivern



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Tot seguit s'analitza amb la mateixa longitud que s'ha escollit per a l'hivern com es comportarà el sistema a l'estiu:

A la Figura 2.55 es poden observar les corbes del COP i de la longitud envers la temperatura de sortida de l'aigua de la bomba de calor en condicions d'estiu.

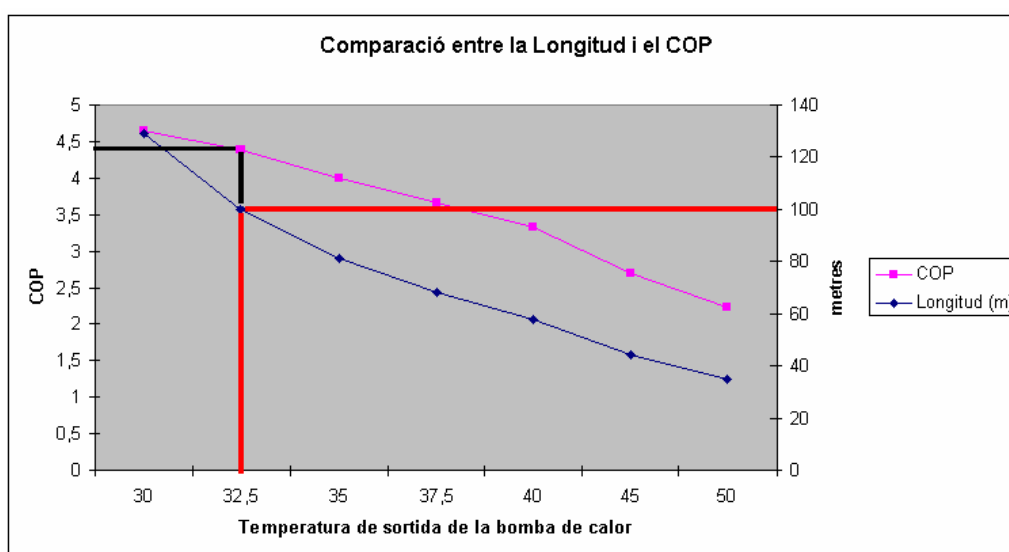


Figura 2.55 COP i L vs Temperatura de sortida de l'aigua de la bomba de calor a l'estiu

Per a simplificar els resultats obtinguts per a l'estiu es mostra la Taula 2.87 :

T. Sal. (°C)	COP	Longitud (m)	Àrea (m²)	Volumen (m³)	Pf (kW)	Pa (kW)	Caudal (m³/h)	Perd. (m.c.a.)
32,5	4,38	100	10	0,886	16,2	3,7	3,04	3,45

Taula 2.87 Resultats obtinguts per a l'estiu

S'observa clarament com hi ha un augment considerable del COP envers l'hivern, consumint 1,3 kW menys, tal com indica la P_a (Potència absorvida).



2.1.9 Càlcul de la potència de la caldera

La potència necessària coincideix amb la potència calculada amb l'equació 2.57.

$$P = (Q + Q_T) \cdot a$$

Eq 2.57

On:

P és la potència necessària, en W

Q és la potència total instal·lada en la calefacció, en W

Q_T és la pèrdua de calor de les canonades d'alimentació, en W

a és l'augment per inèrcia, de 1,1.

La potència útil instal·lada és calcula amb l'equació 2.58 i dona un valor de 11.414,5 W.

$$Q = Q_{element} \cdot n_{elements}$$

Eq 2.58

On:

$Q_{element}$ és la potència que dissipa un element de radiador, en W

$n_{element}$ és el nombre d'elements utilitzats en la instal·lació

Les pèrdues de calor de les canonades seran en el cas més desfavorable el 5% de la potència útil instal·lada, segons l'actual normativa (I.T.I.C. 04.4).

Substituint els valors reals a l'equació 2.58 s'obté que la potència necessària de la caldera es de 13,19 kW per a tot el circuit de calefacció a la que cal afegir 2,08 kW referents a l'ACS i que s'ha calculat a l'apartat 2.1.2, donant així una potència total de 15,27 kW.



Per a aquesta instal·lació s'utilitzarà la caldera del model ISOFAST CONDENS F 30 E de la marca Saunier Duval.

2.1.10 ESTUDI VIABILITAT ECONÒMICA. COMPARACIÓ DE CONSUMS I COSTOS D'INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL I GEOTÈRMICA

La finalitat d'aquest annex és la de calcular el consum energètic de les dues instal·lacions a comparar per a, posteriorment, calcular el cost que suposa cada instal·lació i poder realitzar una comparació fiable.

Per a poder realitzar una comparació fidedigna cal que certs paràmetres tinguin el mateix valor en ambdues instal·lacions. Aquests paràmetres comuns es mostren a la Taula 2.88.

Paràmetre	Valor	
Vida útil instal·lació	25 anys	
Necessitats energètiques vivenda	Mensuals:	Taula resum:
	Veure de la Taula 2.89 a la Taula 2.100	Veure Taula 2.101
Cost d'operació	1,5 % del cost de la inversió	
Preu inicial electricitat	0,090322 €/kWh	
Preu inicial gas	0,041286 €/kWh	
r(elect): Increment anual cost electricitat	2 %; 4 %; 6%	
r(gas): Increment anual cost gas	4 %; 8 %; 12 %	
r _d : Interès del diner	2 %	

Taula 2.88 Paràmetres comuns a les dues instal·lacions

A continuació es mostren les necessitats energètiques mensuals en mode de gràfic (Figura 2.56 a Figura 2.67) i en taules (Taula 2.89 a Taula 2.100).



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

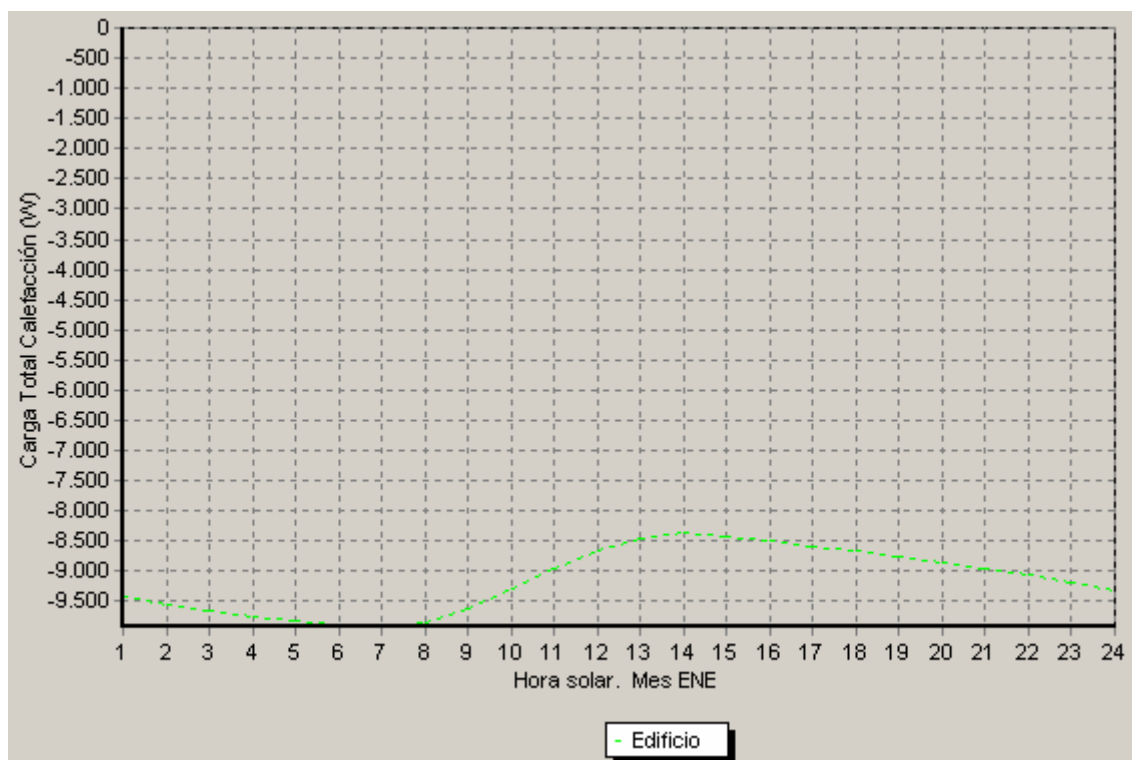


Figura 2.56 Necessitats energètiques per al mes de Gener

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	9.450	34,02	13	8.500	30,6
2	9.550	34,38	14	8.400	30,24
3	9.700	34,92	15	8.450	30,42
4	9.800	35,28	16	8.500	30,6
5	9.900	35,64	17	8.600	30,96
6	10.000	36	18	8.700	31,32
7	10.000	36	19	8.800	31,68
8	9.900	35,64	20	8.900	32,04
9	9.600	34,56	21	9.000	32,4
10	9.300	33,48	22	9.100	32,76
11	9.000	32,4	23	9.200	33,12
12	8.650	31,14	24	9.400	33,84
Total Gener				220.400	793,44

Taula 2.89 Necessitats energètiques per al mes de Gener



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

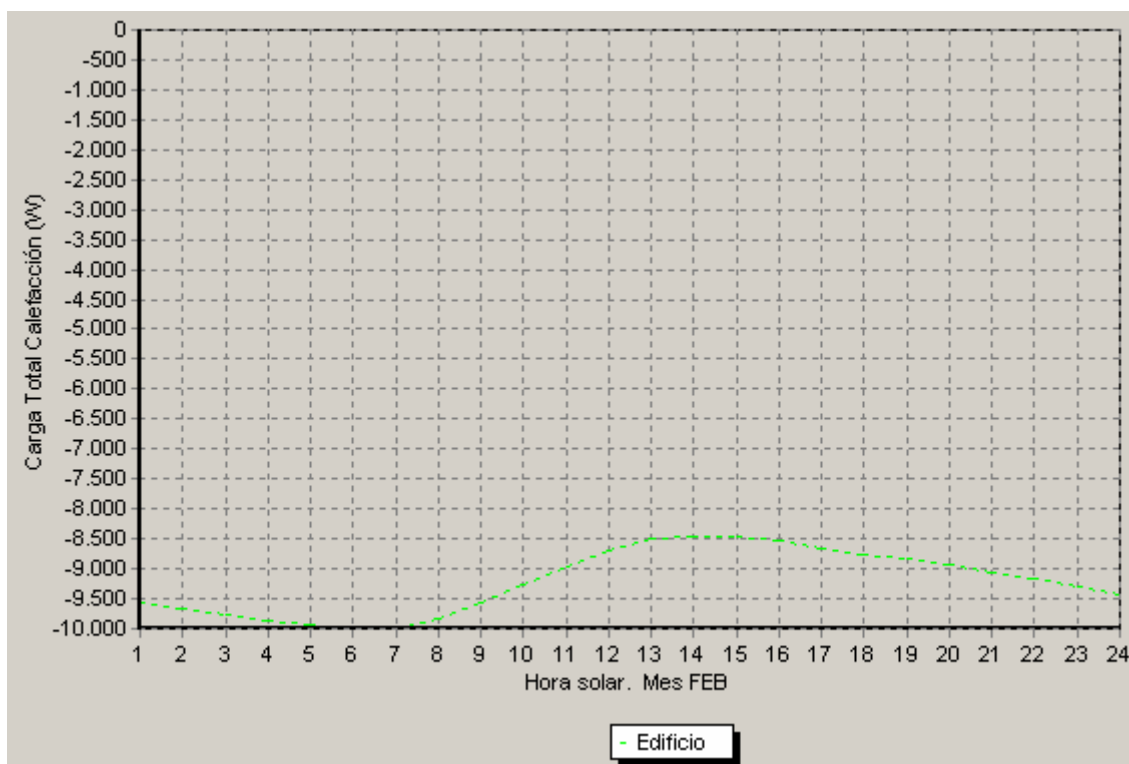


Figura 2.57 Necessitats energètiques per al mes de Febrer

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	9.550	34,38	13	8.500	30,6
2	9.600	34,56	14	8.550	30,78
3	9.750	35,1	15	8.500	30,6
4	9.850	35,46	16	8.550	30,78
5	9.950	35,82	17	8.650	31,14
6	10.000	36	18	8.800	31,68
7	10.000	36	19	8.900	32,04
8	9.800	35,28	20	8.950	32,22
9	9.600	34,56	21	9.050	32,58
10	9.300	33,48	22	9.150	32,94
11	9.000	32,4	23	9.300	33,48
12	8.600	30,96	24	9.500	34,2
Total Febrer				221.400	797,04

Taula 2.90 Necessitats energètiques per al mes de Febrer



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

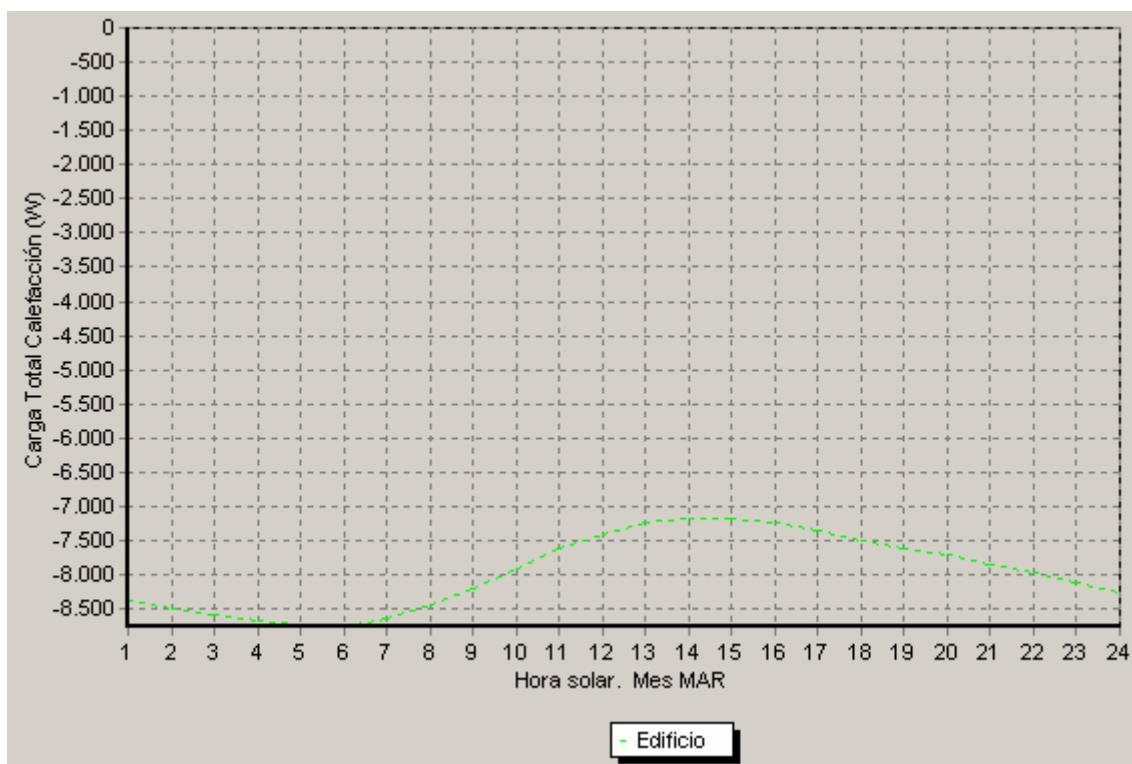


Figura 2.58 Necessitats energètiques per al mes de Març

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	8.400	30,24	13	7.250	26,1
2	8.500	30,6	14	7.200	25,92
3	8.600	30,96	15	7.200	25,92
4	8.700	31,32	16	7.250	26,1
5	8.800	31,68	17	7.400	26,64
6	8.800	31,68	18	7.500	27
7	8.700	31,32	19	7.600	27,36
8	8.400	30,24	20	7.700	27,72
9	8.300	29,88	21	7.850	28,26
10	7.900	28,44	22	8.000	28,8
11	7.600	27,36	23	8.150	29,34
12	7.400	26,64	24	8.250	29,7
Total Març				191.450	689,22

Taula 2.91 Necessitats energètiques per al mes de Març



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

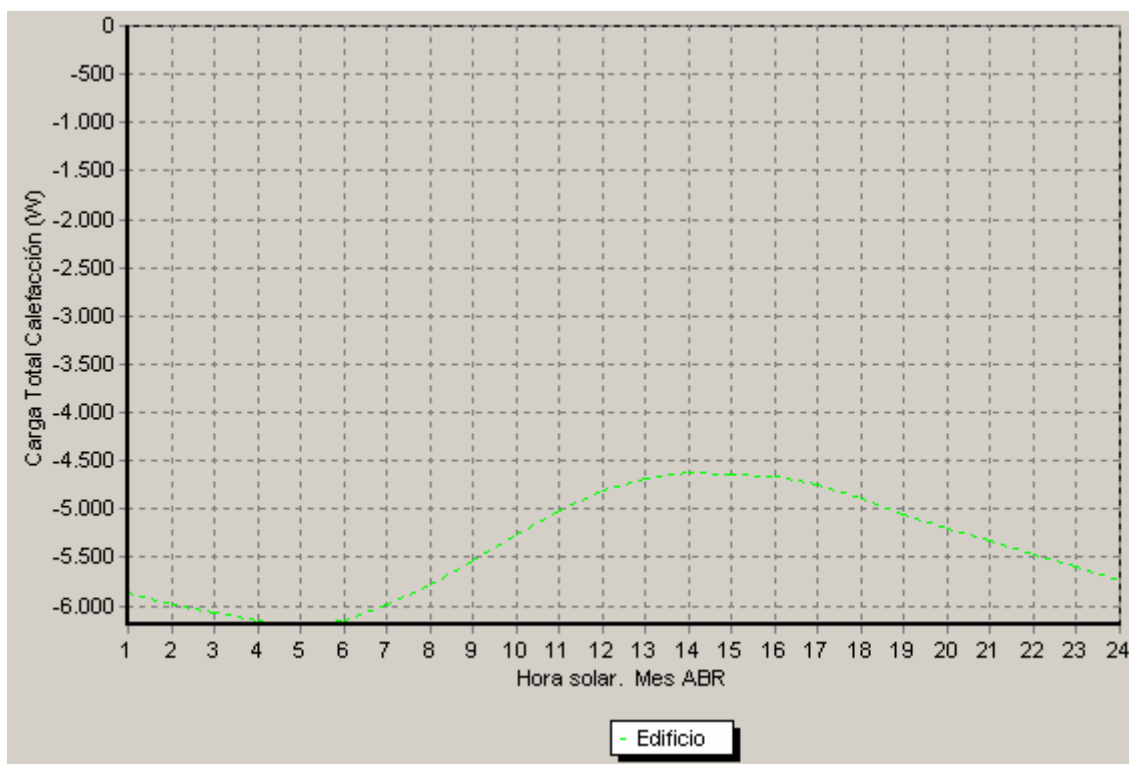


Figura 2.59 Necessitats energètiques per al mes de Abril

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	5.700	20,52	13	4.800	17,28
2	6.000	21,6	14	4.600	16,56
3	6.100	21,96	15	4.600	16,56
4	6.200	22,32	16	4.650	16,74
5	6.300	22,68	17	4.700	16,92
6	6.200	22,32	18	4.900	17,64
7	6.000	21,6	19	5.100	18,36
8	5.800	20,88	20	5.200	18,72
9	5.550	19,98	21	5.400	19,44
10	5.300	19,08	22	5.500	19,8
11	5.000	18	23	5.600	20,16
12	4.800	17,28	24	5.700	20,52
Total Abril				129.700	466,92

Taula 2.92 Necessitats energètiques per al mes de Abril



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

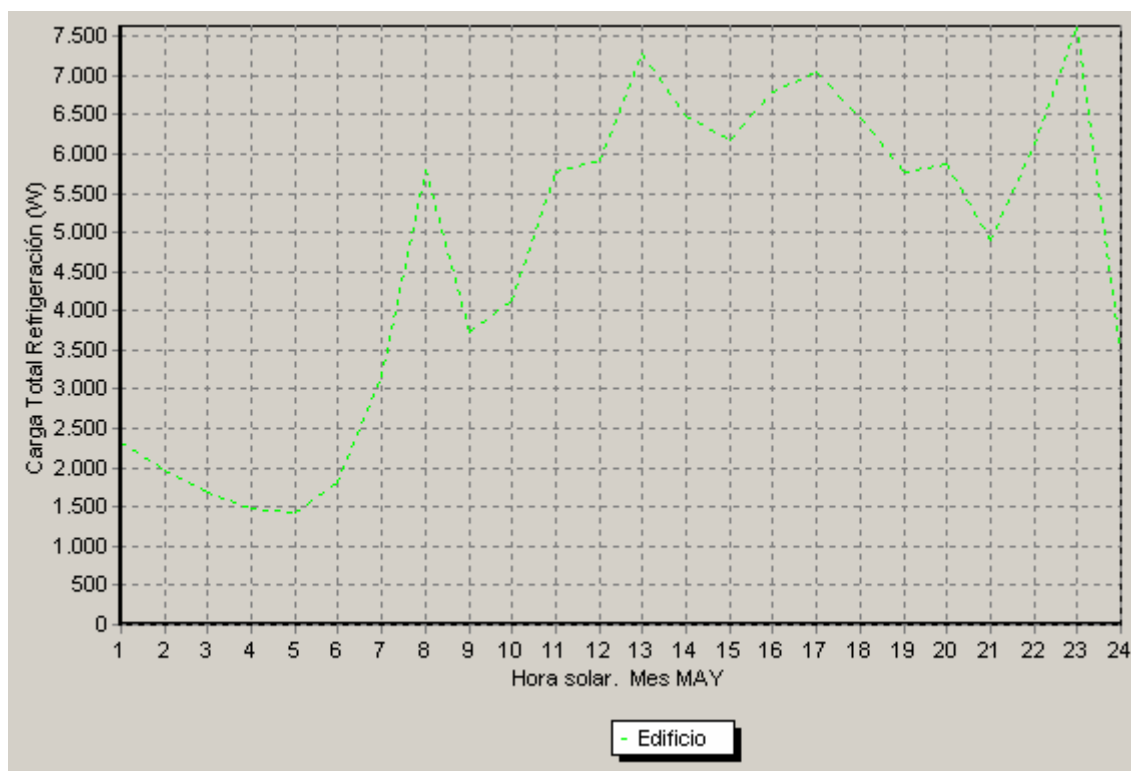


Figura 2.60 Necessitats energètiques per al mes de Maig

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	2.350	8,46	13	7.250	26,1
2	2.000	7,2	14	6.500	23,4
3	1.650	5,94	15	6.150	22,14
4	1.500	5,4	16	6.800	24,48
5	1.450	5,22	17	7.100	25,56
6	1.800	6,48	18	6.500	23,4
7	3.200	11,52	19	5.800	20,88
8	5.800	20,88	20	5.900	21,24
9	3.700	13,32	21	4.900	17,64
10	4.100	14,76	22	6.000	21,6
11	5.700	20,52	23	7.500	27
12	5.900	21,24	24	3.500	12,6
Total Maig				113.050	406,98

Taula 2.93 Necessitats energètiques per al mes de Maig



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

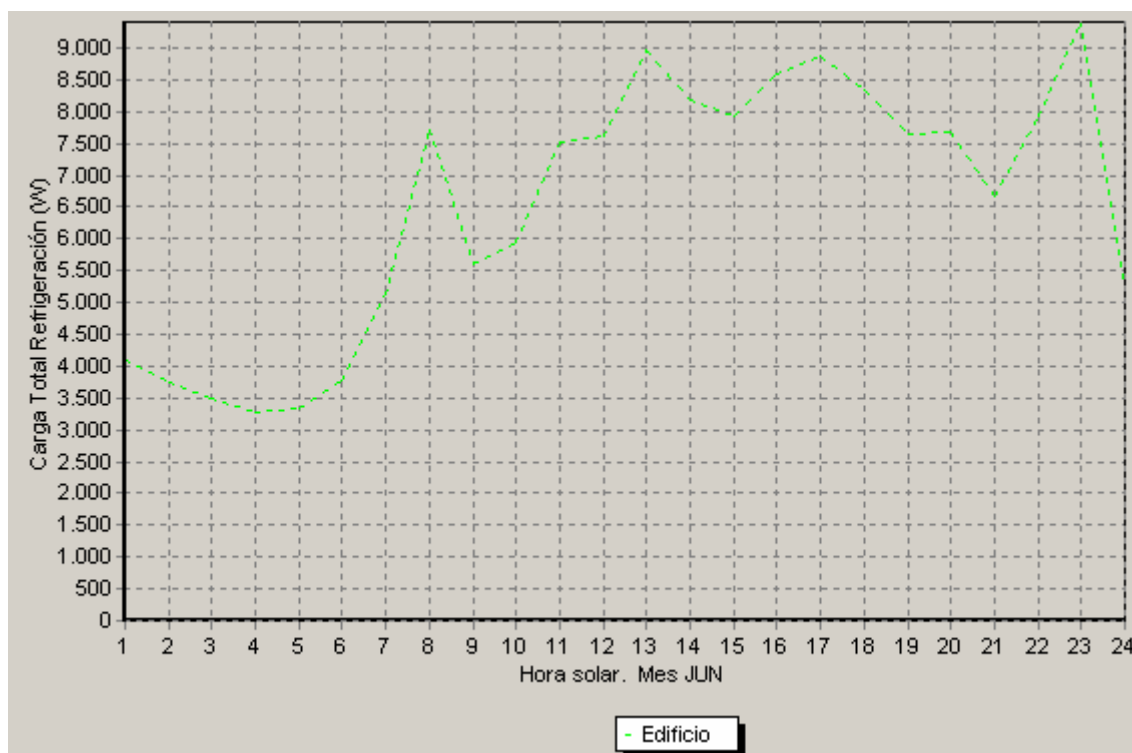


Figura 2.61 Necessitats energètiques per al mes de Juny

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	4.050	14,58	13	9.000	32,4
2	3.700	13,32	14	8.150	29,34
3	3.500	12,6	15	7.950	28,62
4	3.300	11,88	16	8.550	30,78
5	3.350	12,06	17	8.900	32,04
6	3.800	13,68	18	8.400	30,24
7	5.100	18,36	19	7.600	27,36
8	7.650	27,54	20	7.650	27,54
9	5.600	20,16	21	6.600	23,76
10	5.900	21,24	22	7.900	28,44
11	7.500	27	23	9.400	33,84
12	7.600	27,36	24	5.400	19,44
Total Juny				156.550	563,58

Taula 2.94 Necessitats energètiques per al mes de Juny



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

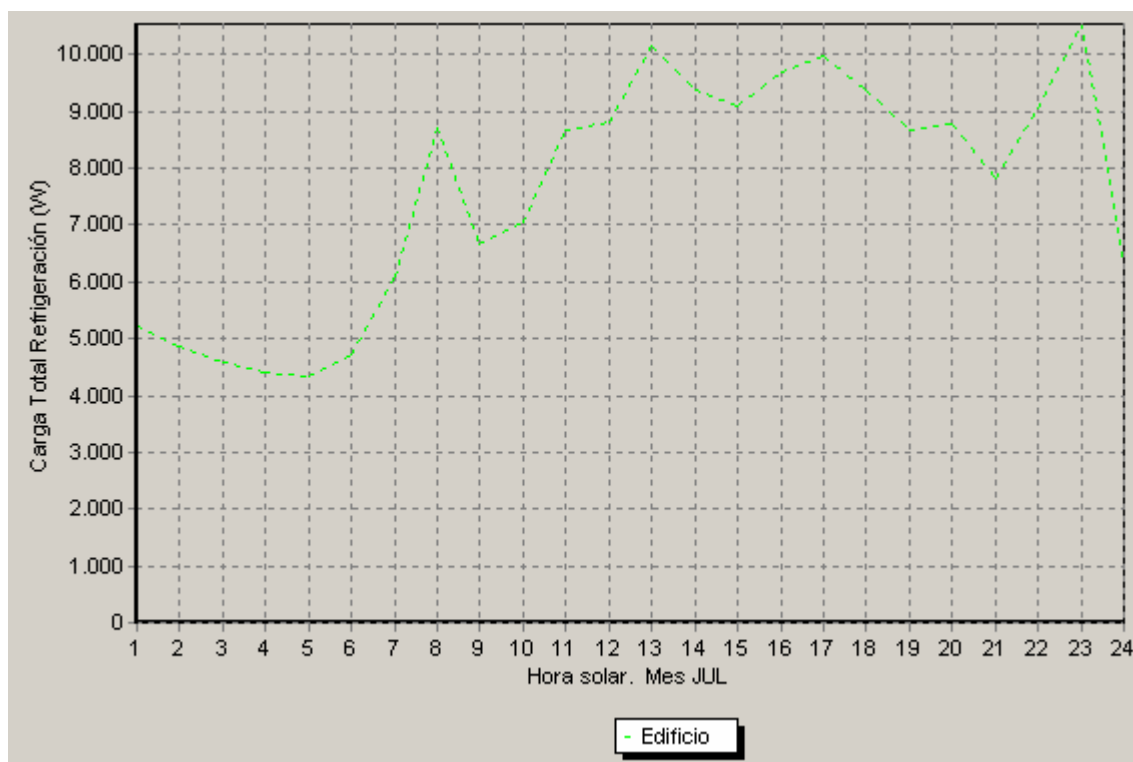


Figura 2.62 Necessitats energètiques per al mes de Juliol

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	5.100	18,36	13	10.100	36,36
2	4.900	17,64	14	9.400	33,84
3	4.750	17,1	15	9.050	32,58
4	4.500	16,2	16	9.750	35,1
5	4.400	15,84	17	10.000	36
6	4.700	16,92	18	9.400	33,84
7	6.000	21,6	19	8.800	31,68
8	8.800	31,68	20	8.900	32,04
9	6800	24,48	21	7.900	28,44
10	7.000	25,2	22	9.000	32,4
11	8.800	31,68	23	10.500	37,8
12	8.900	32,04	24	6.500	23,4
Total Juliol				183.950	662,22

Taula 2.95 Necessitats energètiques per al mes de Juliol



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

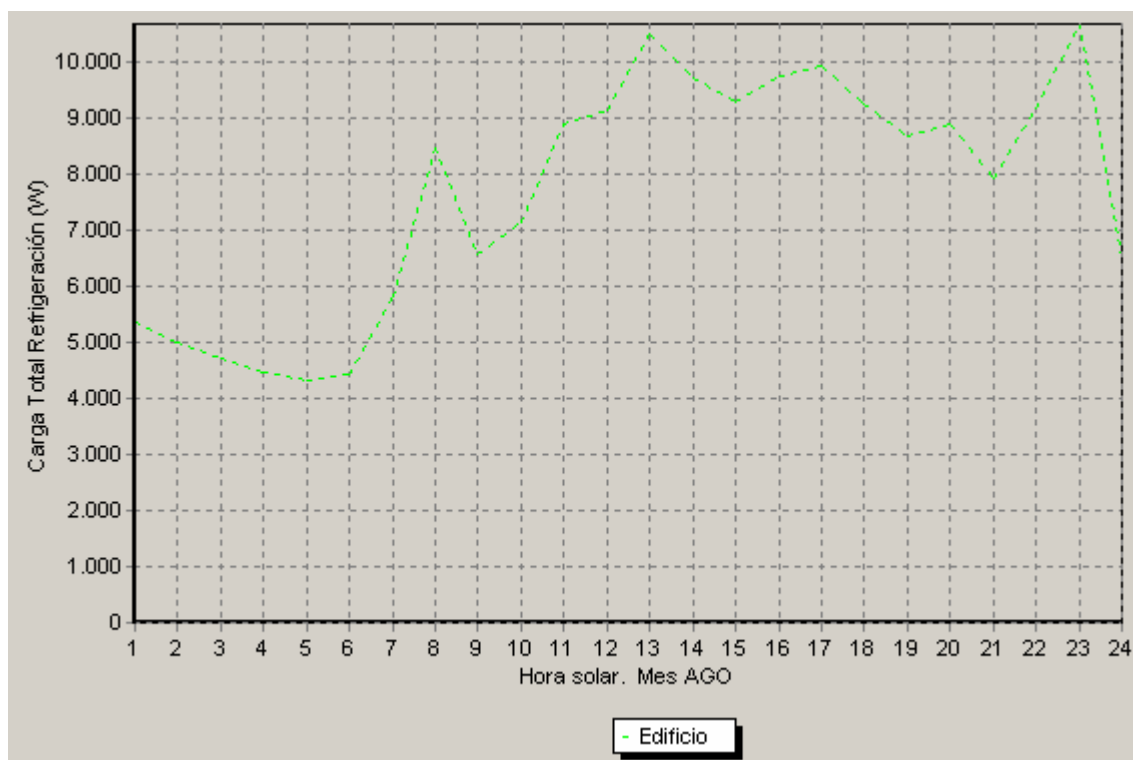


Figura 2.63 Necessitats energètiques per al mes de Agost

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	5.400	19,44	13	10.500	37,8
2	5.000	18	14	9.700	34,92
3	4.800	17,28	15	9.300	33,48
4	4.500	16,2	16	9.700	34,92
5	4.400	15,84	17	9.900	35,64
6	4.500	16,2	18	9.200	33,12
7	5.800	20,88	19	8.700	31,32
8	8.500	30,6	20	8.900	32,04
9	6.700	24,12	21	8.000	28,8
10	7.100	25,56	22	9.100	32,76
11	8.900	32,04	23	10.650	38,34
12	9.100	32,76	24	6.700	24,12
Total Agost				185.050	666,18

Taula 2.96 Necessitats energètiques per al mes de Agost



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

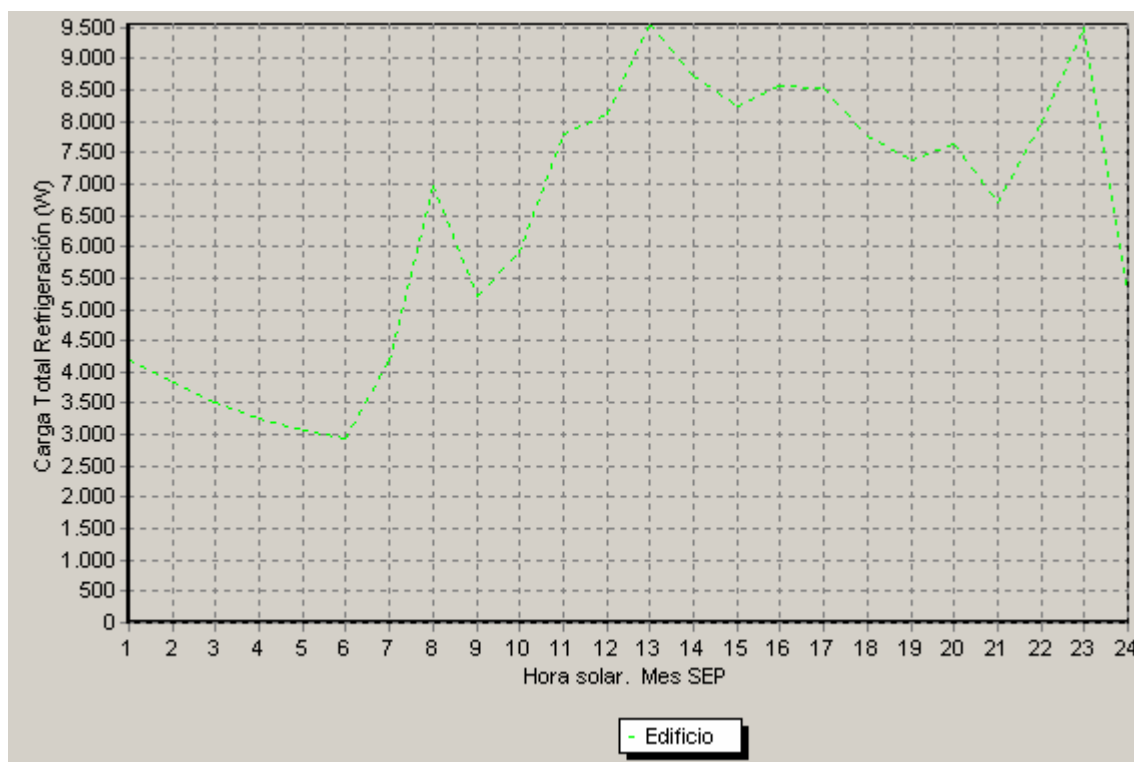


Figura 2.64 Necessitats energètiques per al mes de Setembre

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	4.200	15,12	13	9.550	34,38
2	3.800	13,68	14	8.700	31,32
3	3.500	12,6	15	8.300	29,88
4	3.300	11,88	16	8.550	30,78
5	3.100	11,16	17	8.500	30,6
6	2.900	10,44	18	7.600	27,36
7	4.200	15,12	19	7.400	26,64
8	7.000	25,2	20	7.600	27,36
9	5.200	18,72	21	6.700	24,12
10	5.900	21,24	22	8.000	28,8
11	7.800	28,08	23	9.500	34,2
12	8.100	29,16	24	5.450	19,62
Total Setembre				154.850	557,46

Taula 2.97 Necessitats energètiques per al mes de Setembre



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

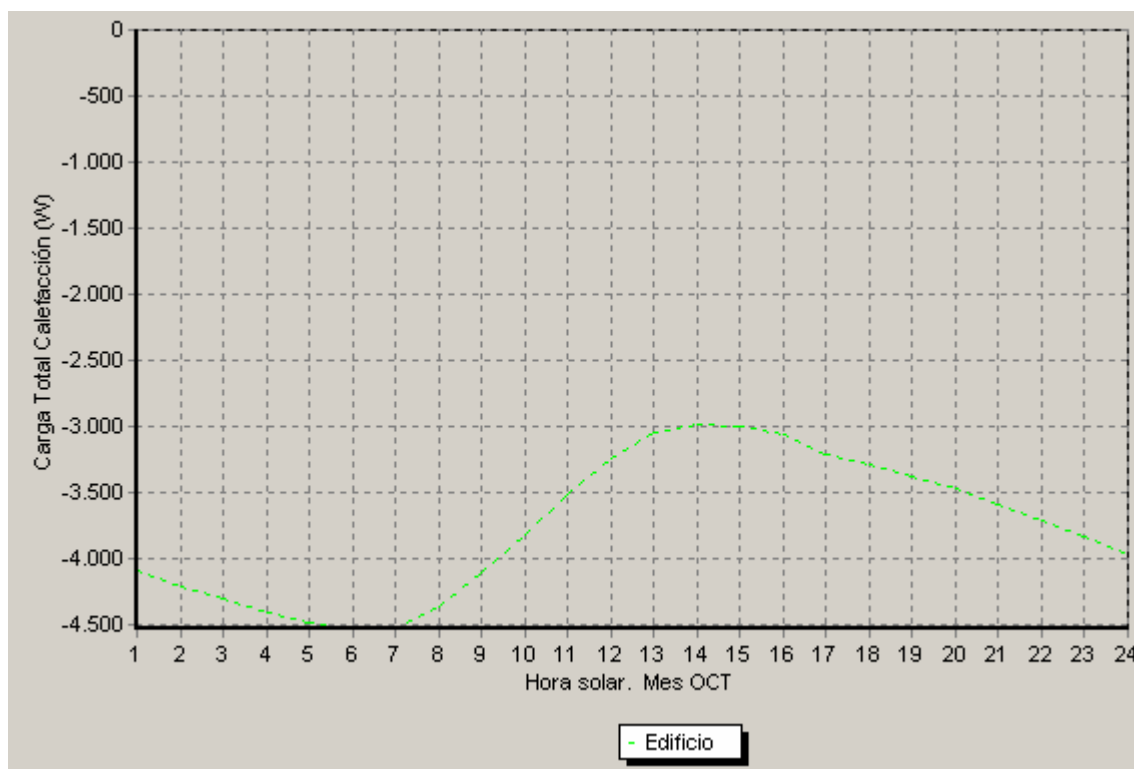


Figura 2.65 Necessitats energètiques per al mes de Octubre

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	4.100	14,76	13	3.050	10,98
2	4.200	15,12	14	3.050	10,98
3	4.300	15,48	15	3.000	10,8
4	4.400	15,84	16	3.100	11,16
5	4.450	16,02	17	3.250	11,7
6	4.500	16,2	18	3.300	11,88
7	4.500	16,2	19	3.400	12,24
8	4.350	15,66	20	3.500	12,6
9	4.150	14,94	21	3.650	13,14
10	3.750	13,5	22	3.750	13,5
11	3.500	12,6	23	3.800	13,68
12	3.200	11,52	24	4.000	14,4
Total Octubre				90.250	324,9

Taula 2.98 Necessitats energètiques per al mes de Octubre



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

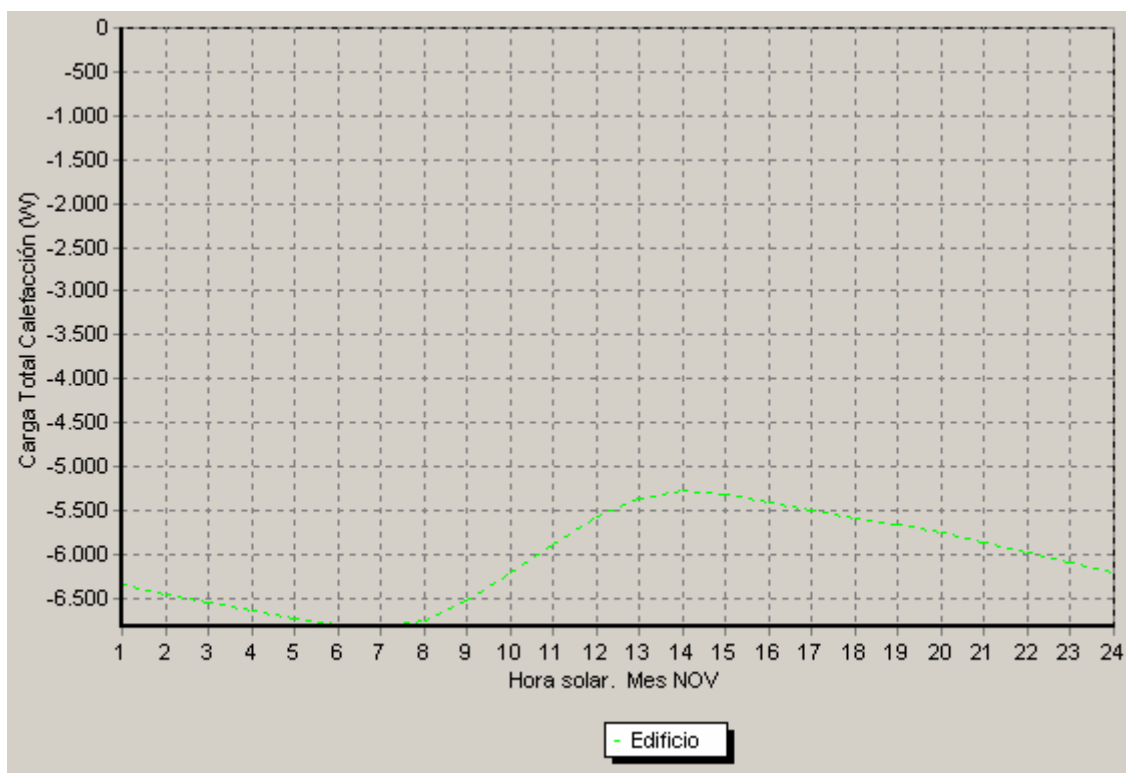


Figura 2.66 Necessitats energètiques per al mes de Novembre

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	6.350	22,86	13	5.400	19,44
2	6.450	23,22	14	5.300	19,08
3	6.550	23,58	15	5.300	19,08
4	6.700	24,12	16	5.400	19,44
5	6.700	24,12	17	5.500	19,8
6	6.800	24,48	18	5.600	20,16
7	6.800	24,48	19	5.700	20,52
8	6.750	24,3	20	5.800	20,88
9	6.500	23,4	21	5.900	21,24
10	6.200	22,32	22	6.000	21,6
11	5.900	21,24	23	6.100	21,96
12	5.600	20,16	24	6.200	22,32
Total Novembre				145.500	523,8

Taula 2.99 Necessitats energètiques per al mes de Novembre



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

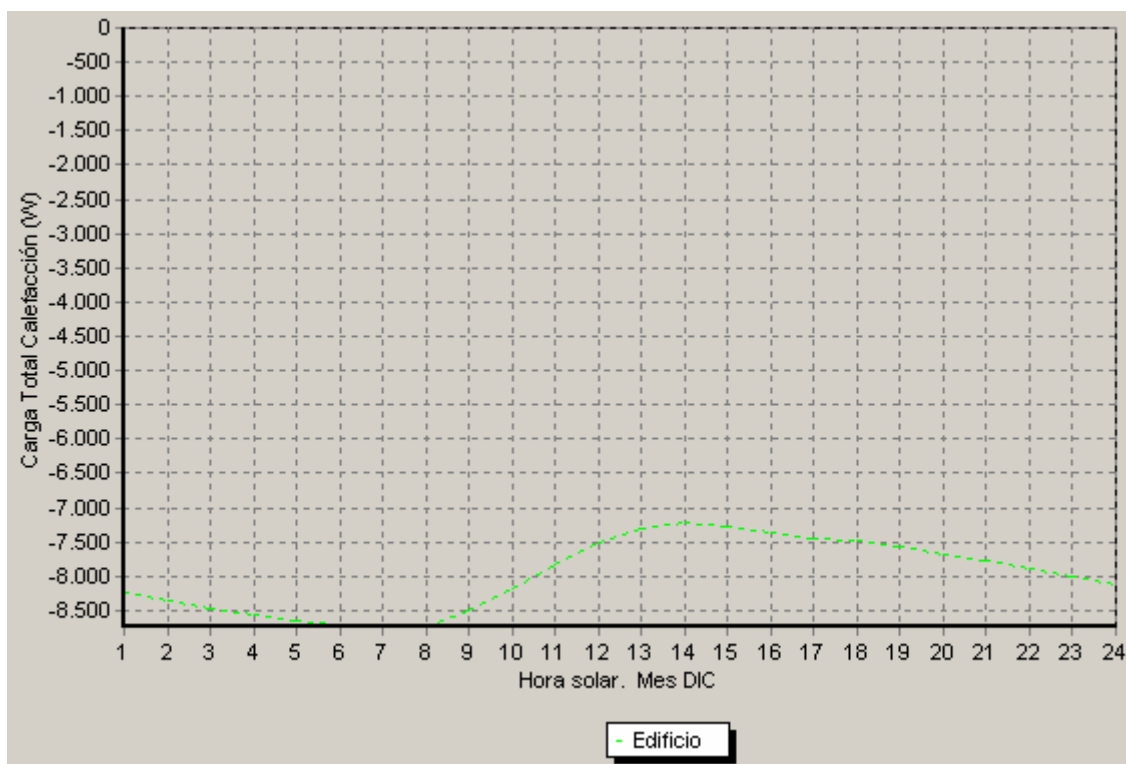


Figura 2.67 Necessitats energètiques per al mes de Desembre

Hora	W	MJ	Hora	W	MJ
1	8.250	29,7	13	7.350	26,46
2	8.300	29,88	14	7.200	25,92
3	8.500	30,6	15	7.350	26,46
4	8.550	30,78	16	7.400	26,64
5	8.650	31,14	17	7.450	26,82
6	8.700	31,32	18	7.500	27
7	8.700	31,32	19	7.550	27,18
8	8.700	31,32	20	7.650	27,54
9	8.500	30,6	21	7.700	27,72
10	8.200	29,52	22	7.900	28,44
11	7.800	28,08	23	8.000	28,8
12	7.500	27	24	8.100	29,16
Total Desembre				191.500	689,4

Taula 2.100 Necessitats energètiques per al mes de Desembre



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



La Taula 2.101 mostra a mode resum la potència necessària mensual de calefacció, refrigeració i ACS.

Mes	ACS	Calefacció		Refrigeració	
	kWh/mes	kWh/dia	kWh/mes	kWh/dia	kWh/mes
Gener	0,228	220,40	6.832,4	0	0
Febrer	0,195	221,40	6.199,2	0	0
Març	0,195	191,45	5.934,95	0	0
Abril	0,173	129,70	3.891	0	0
Maig	0,160	0	0	113,05	3.504,55
Juny	0,137	0	0	156,55	4.696,5
Juliol	0,127	0	0	183,95	5.702,45
Agost	0,128	0	0	185,05	5.736,55
Setembre	0,139	0	0	154,85	4.645,5
Octubre	0,174	90,25	2.797,75	0	0
Novembre	0,198	145,50	4365	0	0
Desembre	0,224	191,50	5.936,5	0	0
TOTAL kWh/any	2,078	35.956,8		24.285,55	

Taula 2.101 Potència necessària mensual de calefacció, refrigeració i ACS

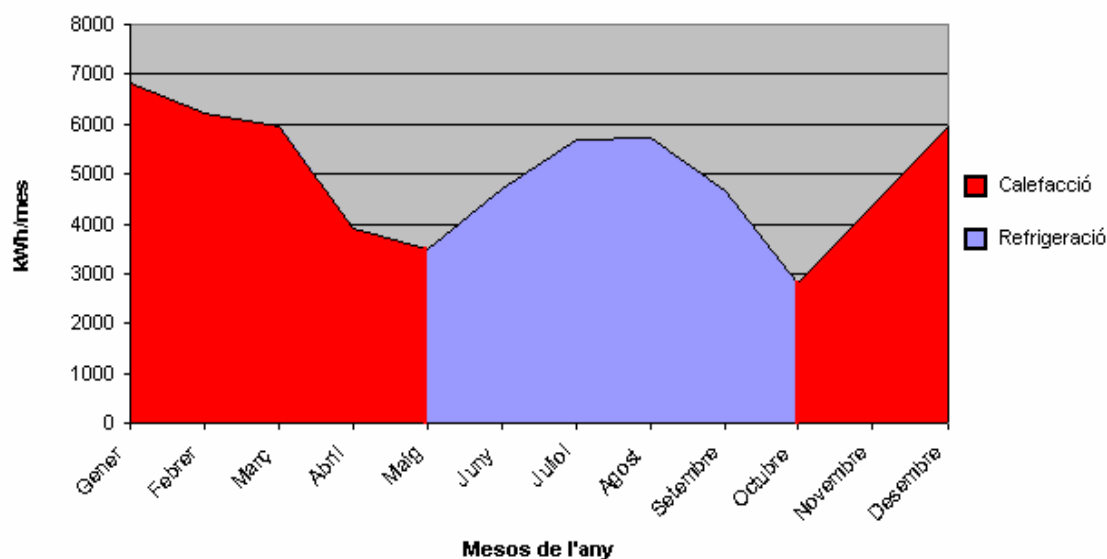


Figura 2.68 Potència tèrmica necessària de la vivenda



En la Figura 2.68 es veu de manera gràfica la potència necessària de calefacció i refrigeració necessària de la vivenda.

Per a poder realitzar uns càlculs més concrets i exactes sobre el cost final anual de la instal·lació, s'ha de tenir en compte quina serà l'evolució més probable del cost de les energies utilitzades en el projecte, en el cas que ocupa són l'electricitat i el gas natural.

En el present projecte per a poder seleccionar l'increment anual del cost de l'electricitat (2 %, 4 % i 6 %) i del gas (4 %, 8 %, 12 %) s'ha observat la seva evolució en els últims 5 anys i s'ha arribat a la conclusió que per a l'electricitat els augments més probables seran del 2%, del 4% i del 6%, i per al gas natural seran del 4%, del 8% i del 12%.

A la Taula 2.102 es mostra l'evolució del cost de l'electricitat i a la Taula 2.103 es mostra la del gas. De manera més gràfica es poden observar a la Figura 2.69 i a la Figura 2.70.

Cal remarcar que el tipus de tarifa de la qual s'ha estudiat la seva evolució és la mateixa que presumiblement es contractarà en la vivenda del present projecte.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Període	Preu kWh llum (€/kWh)	Increment anual (€/kWh)	Increment anual (%)
1 - Set-Nov 02	0,079213	0,0012	1,500
2 - Nov 02 – Gen 03	0,0796		
3 - Gen-Mar 03	0,080401		
4 - Mar-Mai 03	0,080401		
5 - Mai-Jul 03	0,080401		
6 - Jul-Set 03	0,080401		
7 - Set-Nov 03	0,080401	0,0012	1,475
8 - Nov 03 – Gen 04	0,080789		
9 - Gen-Mar 04	0,081587		
10 - Mar-Mai 04	0,081587		
11 - Mai-Jul 04	0,081587		
12 - Jul-Set 04	0,081587		
13 - Set-Nov 04	0,081587	0,0014	1,740
14 - Nov 04 – Gen 05	0,082002		
15 - Gen-Mar 05	0,083007		
16 - Mar-Mai 05	0,083007		
17 - Mai-Jul 05	0,083007		
18 - Jul-Set 05	0,083007		
19 - Set-Nov 05	0,083007	0,0044	5,316
20 - Nov 05 – Gen 06	0,084035		
21 - Gen-Mar 06	0,086726		
22 - Mar-Mai 06	0,086726		
23 - Mai-Jul 06	0,086917		
24 - Jul-Set 06	0,08742		
25 - Set-Nov 06	0,08742	0,0029	3,320
26 - Nov 06 – Gen 07	0,087894		
27 - Gen-Mar 07	0,087894		
28 - Mar-Mai 07	0,090322		

Taula 2.102 Evolució del preu de l'electricitat en els últims 5 anys



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Període	Preu kWh gas (€/kWh)	Increment anual (€/kWh)	Increment anual (%)
1 - Set-Nov 02	0,034218	-0,0010	-2,921
2 - Nov 02 – Gen 03	0,034837		
3 - Gen-Mar 03	0,03448		
4 - Mar-Mai 03	0,03427		
5 - Mai-Jul 03	0,03411		
6 - Jul-Set 03	0,033247		
7 - Set-Nov 03	0,033172	0,0002	0,573
8 - Nov 03 – Gen 04	0,033172		
9 - Gen-Mar 04	0,03294		
10 - Mar-Mai 04	0,03279		
11 - Mai-Jul 04	0,032552		
12 - Jul-Set 04	0,033362		
13 - Set-Nov 04	0,033791	0,0030	8,940
14 - Nov 04 – Gen 05	0,03428		
15 - Gen-Mar 05	0,03409		
16 - Mar-Mai 05	0,034472		
17 - Mai-Jul 05	0,034854		
18 - Jul-Set 05	0,036812		
19 - Set-Nov 05	0,036092	0,0051	14,147
20 - Nov 05 – Gen 06	0,039999		
21 - Gen-Mar 06	0,041198		
22 - Mar-Mai 06	0,041198		
23 - Mai-Jul 06	0,041198		
24 - Jul-Set 06	0,041198		
25 - Set-Nov 06	0,041198	0,00009	0,214
26 - Nov 06 – Gen 07	0,041539		
27 - Gen-Mar 07	0,042104		
28 - Mar-Mai 07	0,041286		

Taula 2.103 Evolució del preu del gas en els últims 5 anys



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

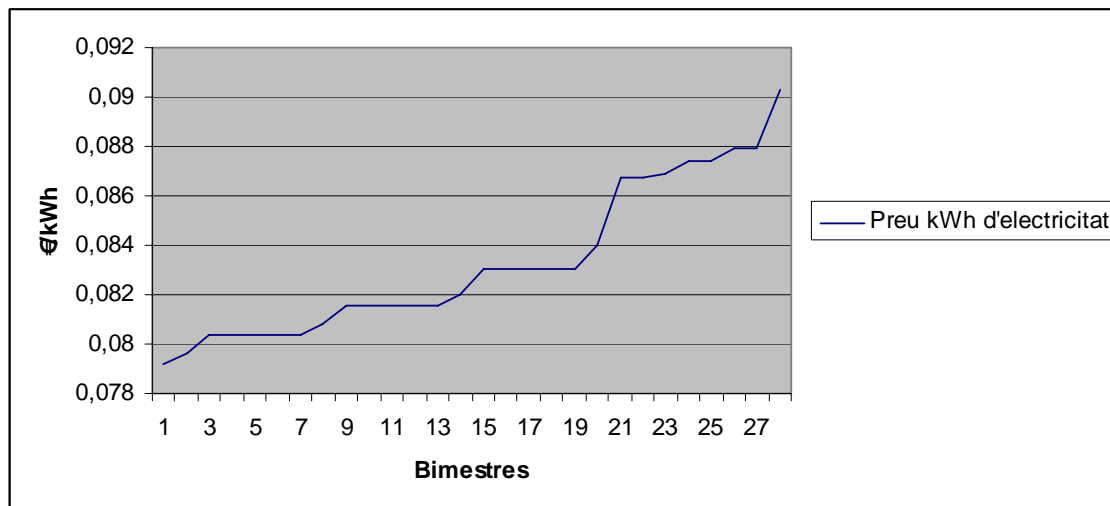


Figura 2.69 Evolució del preu de la llum

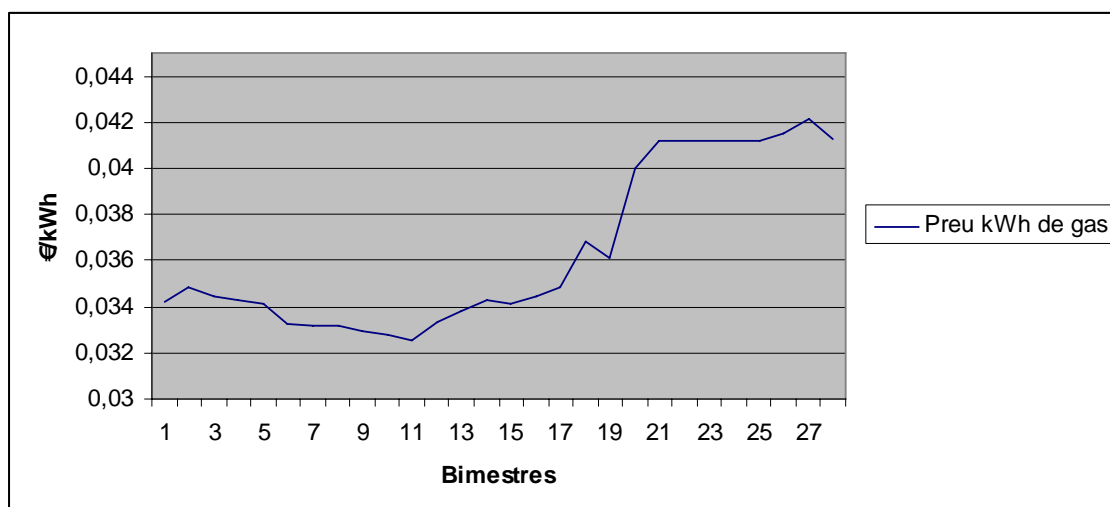


Figura 2.70 Evolució del preu del gas en els últims 5 any



2.1.10.1 INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL

La finalitat d'aquest apartat és la de calcular el cost final de la instal·lació convencional i veure la seva evolució amb el pas del temps. Per iniciar els càlculs corresponents primer es suposarà una vida útil de la instal·lació de 25 anys tal i com ja s'ha exposat a l'inici d'aquest apartat.

El següent pas és el d'observar les necessitats energètiques de la vivenda diàries i mensuals (Figura 2.56 a Figura 2.67 i amb més detall de la Taula 2.89 a Taula 2.100). Per tal d'obtenir una visió més clara a mode de resum es pot observar la Taula 2.101 i la Figura 2.68.

Els dos tipus d'energies que es consumeixen en la instal·lació convencional són l'energia elèctrica i l'energia del gas com a combustible fòssil. Tot els costos estan directament implicats en l'obtenció de l'energia tèrmica necessària per a satisfer la demanda energètica de la vivenda, el gas serà necessari durant els mesos d'hivern per a obtenir l'aigua calenta del circuit de radiadors i per a l'ACS de tot l'any i l'electricitat ho serà a l'estiu per al funcionament dels equips refrigeradors i a l'hivern pel funcionament de la caldera i de la bomba hidràulica.

Així doncs els elements que implicaran un cost per a la instal·lació seran els que es mostren a la Taula 2.104.

Element	Consum [W]
Caldera de gas	CL-01: 206
Bomba de circulació	BH-01: 68
Equip de refrigeració	Planta baixa (RSN M40): 4.300
	Primera planta (RSN 25): 2.600

Taula 2.104 Consum elèctric dels diferents elements de la instal·lació convencional

A continuació es mostra una explicació d'aquelles dades, paràmetres i hipòtesis que s'han utilitzat per al càlcul del consum de gas en la caldera i l'elèctric de cada element:

Caldera de gas

Per al càlcul del consum de gas de la caldera s'han tingut en compte les característiques, que es poden veure a la Taula 2.105, del cremador de gas ja que el temps de funcionament dependrà d'aquest.

Diàmetre injector cremador (mm)	5,65
Pressió d'alimentació (mbar)	20
Cabal màx. potència sanitària (m ³ /h)	3,10
Cabal màx. potència calefacció (m ³ /h)	2,43
Cabal mín. potència (m ³ /h)	0,55

Taula 2.105 Característiques del cremador de gas de la caldera

Pel que fa a les característiques del gas natural utilitzades en el càlcul del consum d'aquest es poden veure a la Taula 2.106.

PCI (kcal/m ³)	8.850
PCS (kcal/m ³)	10.200
PC de càlcul (kcal/m ³)	9.300
Densitat (kg/m ³)	0,6

Taula 2.106 Característiques del gas natural

El primer paràmetre que s'ha calculat ha estat la quantitat de gas natural necessari per a satisfer la demanda energètica en els mesos d'hivern. Aquesta quantitat s'obté del quocient entre l'energia diària necessària i el poder calorífic de càlcul del gas natural. Si es multiplica pel nombre de dies del mes s'obté la quantitat de m³ necessaris de gas natural al mes. Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.107.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Mes	Gas natural (m ³ /dia)	Gas natural (m ³ /mes)
Gener	20,38	631,69
Febrer	20,47	573,15
Març	17,70	548,72
Abril	11,99	359,74
Octubre	8,34	258,67
Novembre	13,45	403,57
Desembre	17,71	548,86

Taula 2.107 Consum de gas natural

Un cop obtingut el consum de gas natural, amb les característiques del cremador, es pot obtenir el temps de funcionament de la caldera cada mes d'hivern. Aquest temps s'obté fent el quocient entre la quantitat de gas necessari al mes i el cabal màxim de gas que pot cremar quan la caldera treballa per a calefacció. Els resultats es mostren a la Taula 2.108.

Mes	Funcionament caldera (h/mes)
Gener	259,96
Febrer	235,86
Març	225,81
Abril	148,04
Octubre	106,45
Novembre	166,08
Desembre	225,87

Taula 2.108 Temps de funcionament de la caldera

Amb les hores mensuals de treball de la caldera per a cada mes de l'any, amb l'Eq. 2.59 es calculen els kWh de cada mes (P_a) consumits per la caldera:

$$P_a = h_t \cdot P_c$$

Eq 2.59

On:

P_a : Energia consumida cada mes (kWh/mes)

h_t : Hores de treball al mes (h/mes)

P_c : Potència consumida cada hora (kW)



Els resultats dels càlculs de la potència consumida cada mes per la caldera es mostren a la Taula 2.109.

Mes	Potència consumida al mes (kWh/mes)
Gener	53,55
Febrer	48,59
Març	46,52
Abril	30,50
Octubre	21,93
Novembre	34,21
Desembre	46,53

Taula 2.109 Potència consumida al mes per la caldera de gas per a calefacció

La caldera també funcionarà per a escalfar l'ACS de la vivenda, així doncs, també s'haurà de calcular la potència consumida per a això. Per tant, es seguirà el mateix mètode utilitzat per al càlcul de la potència consumida per a calefacció. Els resultats es mostren a la Taula 2.110.

Mes	Gas natural (m ³ /mes)	Funcionament caldera (h/mes)	Potència consumida (kWh/mes)
Gener	0,021	0,0087	0,0018
Febrer	0,018	0,0074	0,0015
Març	0,018	0,0074	0,0015
Abril	0,016	0,0066	0,0014
Maig	0,015	0,0061	0,0013
Juny	0,013	0,0052	0,0011
Juliol	0,012	0,0048	0,0010
Agost	0,012	0,0049	0,0010
Setembre	0,013	0,0053	0,0011
Octubre	0,016	0,0066	0,0014
Novembre	0,018	0,0075	0,0016
Desembre	0,021	0,0085	0,0018

Taula 2.110 Resultats càlcul ACS

Bomba de circulació

Per al càlcul de l'energia consumida per la bomba de circulació BH-01 es suposarà que el seu temps de treball és el mateix que el de la caldera.

Així doncs, utilitzant l'Eq. 2.59 ja s'està a disposició de calcular l'energia consumida per la bomba de circulació. Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.111.

Mes	Potència consumida al mes (kWh/mes)
Gener	17,68
Febrer	16,04
Març	15,36
Abril	10,07
Octubre	7,24
Novembre	11,29
Desembre	15,36

Taula 2.111 Potència consumida al mes per la bomba de circulació

Equips de refrigeració

Per al càlcul del consum elèctric dels equips de refrigeració de la vivenda durant els mesos considerats d'estiu es faran servir les dades de la Taula 2.101 i Taula 2.104.

Per tal de calcular el temps de funcionament dels equips, el mètode de càlcul serà el mateix que s'ha fet servir anteriorment. Aquest temps vindrà donat pel quocient entre l'energia tèrmica necessària en un dia i l'energia que poden subministrar els equips. Si es vol obtenir el temps de treball al mes només caldrà multiplicar pel número de dies del mes en qüestió.

Els resultats es poden veure a la Taula 2.112 que es mostra a continuació.



Mes	Funcionament equips (h/dia)	Funcionament equips (h/mes)
Maig	8,76	271,67
Juny	12,14	364,07
Juliol	14,26	442,05
Agost	14,34	444,69
Setembre	12,00	360,12

Taula 2.112 Temps de funcionament dels equips de refrigeració

Així doncs, utilitzant l'Eq. 2.59 ja s'està a disposició de calcular l'energia consumida pels equips de refrigeració. Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.113.

Mes	Potència consumida (kWh/mes)
Maig	1.874,53
Juny	2.512,08
Juliol	3.050,15
Agost	3.068,39
Setembre	2.484,80

Taula 2.113 Potència consumida al mes pels equips de refrigeració

A la Taula 2.114 es mostra el resultat de l'energia elèctrica necessària anual per cada un dels elements.

	Caldera	BH-01	Equips de refrigeració
kWh/any	281,85	93,03	12.989,95

Taula 2.114 Energia elèctrica necessària anual per a cada element

També es mostra el resultat gràficament a la Figura 2.71.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

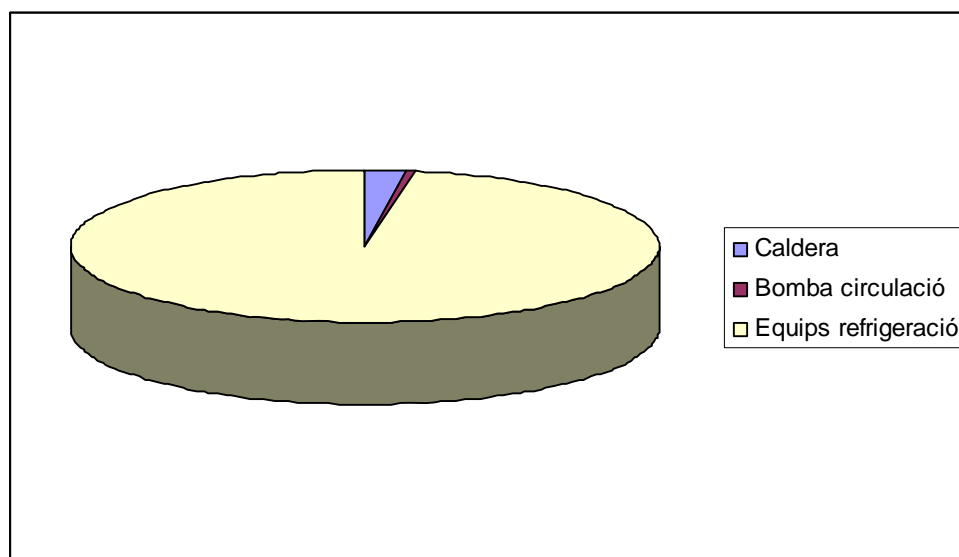


Figura 2.71 Gràfic comparatiu energia elèctrica necessària per cada element

Per concloure aquest apartat cal dir que la suma total de l'energia elèctrica necessària per aconseguir la climatització i abastiment d'ACS a la vivenda del present projecte és de **13.364,83 kWh/any**.

Pel que fa referència al consum de gas per tal d'aconseguir la calefacció i l'abastiment d'ACS a la vivenda del present projecte és de **3.324,59 m³/any**.

2.1.10.1.1 Cost de la instal·lació convencional

Abans de realitzar els càlculs per obtenir el cost de la instal·lació convencional cal definir la inversió real que es té en compte. En el present projecte es tindrà en compte l'import pressupostat general de totes les partides.

Els costos anuals es desglossaran en el cost de l'energia per fer funcionar la instal·lació convencional i el cost de manteniment. A la suma d'aquests dos conceptes se



l'anomenarà cost d'operació. Al primer any, a més a més, se li haurà d'afegir el cost de la inversió inicial.

Els ingressos anuals seran conseqüència de l'estalvi envers la instal·lació convencional.

Per tant, el cost variable de l'any i representa el flux de caixa anual, i s'expressa d'aquesta manera:

$$C_v = C_p + L_{TOT} \cdot p_e$$

Eq. 2.60

On:

C_v és el cost variable anual (€/any),

C_p és el cost d'operació anual (€/any),

L_{TOT} és la càrrega anual d'energia tèrmica (kWh/any),

p_e és el preu de l'energia a data d'avui (€/kWh).

Aquests costos variables, però, cal que s'actualitzin a l'any de posada en funcionament de la instal·lació. Això s'aconsegueix tenint en compte que els diners perden valor any rere any (interès del diner) i que cada any l'energia s'encareix respecte l'any anterior (increment del preu de l'energia). El càlcul del cost variable actualitzat anual ($C_{va,i}$) es fa mitjançant la següent fórmula:

$$C_{va,i} = C_{v,i} \cdot \left(\frac{1+r}{1+r_d} \right)^i$$

Eq. 2.61

On: r és l'increment anual del cost de l'energia, en tant per u, i

r_d és l'interès del diner, en tant per u.

Els valors dels diferents paràmetres que intervenen en el càlcul del cost total anual es poden veure a la Taula 2.115.

Paràmetre	Valor considerat
C_F	18.489,47 €
C_p	1,5% de C_F
L_{TOT}	Llum: 13.364,83 kWh/any
	Gas: 38.428, 94 kWh/any
p_e	Llum: 0,087894 €/kWh
	Gas: 0,041286 €/kWh
r	Llum: 0,02; 0,04 i 0,06
	Gas: 0,04; 0,08; 0,12
r_d	0,02

Taula 2.115 Paràmetres de càlcul del cost

Els càlculs s'han realitzat per a tres increments anuals diferents del preu de l'electricitat i del gas escollit segons previsions extretes a partir de la Taula 2.102 i Taula 2.103 de l'anàlisi del preu de l'energia en els últims 5 anys.

Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.116 que es mostra a continuació.

Cost total			
Increment p_e (%)	Llum: 2; Gas: 4	Llum: 4; Gas:8	Llum: 6; Gas: 12
Any			
1	21.805,41	21.805,41	21.805,41
2	21.850,36	21.952,17	22.053,99
3	21.896,32	22.106,76	22.324,08
4	21.943,32	22.269,64	22.617,73
5	21.991,37	22.441,28	22.937,16
6	22.040,51	22.622,22	23.284,82
7	22.090,77	22.813	23.663,40
8	22.142,16	23.014,20	24.075,85
9	22.194,73	23.226,45	24.525,42
10	22248,49	23.450,40	25.015,69
11	22.303,47	23.686,74	25.550,56
12	22.359,72	23.936,23	26.134,38
13	22.417,26	24.199,65	26.771,87
14	22.476,11	24.477,83	27.468,27
15	22.536,32	24.771,67	28.229,32
16	22.597,92	25.082,10	29.061,34
17	22.660,95	25.410,15	29.971,28
18	22.725,43	25.756,86	30.966,81
19	22.791,41	26.123,37	32.056,34
20	22858,92	26.510,89	33.249,16
21	22.928,01	26.920,70	34.555,47
22	22.998,71	27.354,16	35.986,51
23	23.071,06	27.812,72	37.554,67
24	23.145,11	28.297,91	39.273,57
25	23.220,91	28.811,37	41.158,23

Taula 2.116 Previsió del cost total anual de la instal·lació convencional



2.1.10.2 INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA

La finalitat d'aquest apartat és la de calcular el cost final de la instal·lació geotèrmica i veure la seva evolució amb el pas del temps. Per iniciar els càlculs corresponents primer es suposarà una vida útil de la instal·lació de 25 anys.

El següent pas és el d'observar les necessitats energètiques de la vivenda diàries i mensuals (Figura 2.56 a Figura 2.67 i amb més detall de la Taula 2.89 a Taula 2.100). Per tal d'obtenir una visió més clara es mostren de forma resumida a la Taula 2.101 i la Figura 2.68.

Els dos tipus d'energies que es consumeixen en la instal·lació geotèrmica són l'energia geotèrmica i l'elèctrica. Els costos que deriven de la primera es podrien anomenar indirectes, ja que la utilització diària d'aquesta energia no comporta un augment de la funció cost, però l'aprofitament d'aquesta si que implica consumir en una quantitat inferior energia elèctrica envers un sistema que tan sols es recolza en aquesta última per a la seva producció d'energia tèrmica.

Així doncs els elements que implicaran un cost per a la instal·lació seran els que es mostren a la Taula 2.117.

Element	Consum (W)
Bomba de calor	Estiu: 3.700
	Hivern: 5.000
Bomba de circulació	BH-02: 400
	BH-03: 63
	BH-04: 63
	BH-05: 60
Ventilador fan-coil	Planta baixa: 60
	Primera planta: 60
Resistència elèctrica ACS	2.400

Taula 2.117 Consum elèctric dels diferents elements de la instal·lació geotèrmica



A continuació es mostra una explicació d'aquelles dades, paràmetres i hipòtesis que s'han utilitzat per al càlcul del consum elèctric de cada element:

Bomba de calor

Per al càlcul de l'energia consumida per la bomba de calor s'han tingut en compte els resultats obtinguts a l'apartat 2.1.8.3.1.2. Aquests es mostren de manera resumida a la Taula 2.118.

	Calefacció	Refrigeració
Potència consumida (kWh)	5	3,7
Potència subministrada (kWh)	15,6	16,2

Taula 2.118 Característiques de la bomba de calor

El primer paràmetre que s'ha calculat ha estat el temps que necessita treballar la bomba de calor cada dia per tal de satisfer la demanda energètica de la vivenda. Aquest s'obté del quocient entre l'energia diària necessària i l'energia que pot aportar en una hora la bomba de calor. Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.119.

Un cop obtingudes les hores diàries de treball de la bomba de calor per a cada mes de l'any, amb l'Eq. 2.62 es calculen els kWh de cada mes (P_a) consumits per la bomba de calor:

$$P_a = h_i \cdot P_c \cdot N$$

Eq 2.62

On:

P_a : Energia consumida cada mes (kWh/mes),

h_i : Hores de treball al dia (h/dia),

P_c : Potència consumida cada hora (kW),

N : Nombre de dies del mes (dies/mes).

Mes	Temps treball (h/dia)
Gener	14,13
Febrer	14,19
Març	12,27
Abril	8,31
Maig	6,98
Juny	9,66
Juliol	11,36
Agost	11,42
Setembre	9,56
Octubre	5,79
Novembre	9,33
Desembre	12,28

Taula 2.119 Temps de treball de la bomba de calor, bombes de circulació i ventiladors

A la taula 2.120 es mostra l'energia consumida per la bomba de calor.

Mes	Energia consumida bomba de calor (kWh/mes)
Gener	2.190,15
Febrer	1.986,6
Març	1.901,85
Abril	1.246,5
Maig	800,606
Juny	1.072,26
Juliol	1.302,99
Agost	1.309,87
Setembre	1.061,16
Octubre	897,45
Novembre	1.399,5
Desembre	1.903,4

Taula 2.120 Energia consumida per la bomba de calor cada mes



Bombes de circulació i ventiladors

Per al càlcul de l'energia consumida per les bombes de circulació BH-02, BH-03, BH-04 i pels ventiladors dels fan-coils es suposarà que el temps de treball d'aquests elements és el mateix que el de la bomba de calor.

Així doncs, utilitzant l'Eq. 2.62 ja s'està a disposició de calcular l'energia consumida per cadascun d'aquests elements. Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.121.

Bomba de circulació ACS i resistència elèctrica

Per a la bomba de circulació d'ACS (BH-05) i per a la resistència elèctrica s'han de tenir unes altres consideracions:

- La bomba de circulació per a ACS tan sols treballarà durant els mesos d'hivern i un total d'hores del 2 % del que treballin les bombes BH-03 i BH-04.

Mes	BH-02 (kWh)	BH-03 (kWh)	BH-04 (kWh)	Ventiladors (kWh)
Gener	175,21	27,60	27,60	52,56
Febrer	158,92	25,03	25,03	47,68
Març	152,14	23,96	23,96	45,64
Abril	99,72	15,71	15,71	29,92
Maig	86,55	13,63	13,63	25,97
Juny	115,92	18,26	18,26	34,78
Juliol	140,86	22,19	22,19	42,26
Agost	141,61	22,30	22,30	42,48
Setembre	114,72	18,07	18,07	34,42
Octubre	71,796	11,31	11,31	21,54
Novembre	111,96	17,63	17,63	33,59
Desembre	152,27	23,98	23,98	45,68

Taula 2.121 Energia consumida per les bombes de circulació BH-02, BH-03, BH-04 i els ventiladors



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



- Es considerarà que la bomba de calor a l'hivern aporta el 40 % de l'energia necessària per ACS i el 60 % és obtingut per la resistència elèctrica. Aquest 60% s'ha aplicarà sobre les necessitats d'ACS (Taula 2.102).
- A l'estiu l'únic element productor d'ACS serà la resistència elèctrica
- La resistència elèctrica consumeix 2.400 Wh per a arribar a aportar 30.000 Wh (amb el recolzament del serpenti de bescanvi amb la bomba de calor), en el cas en que la temperatura d'entrada al bescanviador sigui d'entre 70 i 90 °C al serpenti de bescanvi. Degut a que en la nostra instal·lació la temperatura màxima serà de 50 °C al serpenti, es considerarà que com a conjunt es poden aconseguir 5.000 Wh, suficients per a la instal·lació objecte del present projecte.

Amb aquestes consideracions i amb l'Eq. 2.62 ja s'està a disposició de calcular l'energia consumida per la bomba de circulació BH-05 i la resistència elèctrica. Els resultats es mostren a la Taula 2.122.

Mes	BH-05 (kWh)	Resistència elèctrica (kWh)
Gener	0,55	0,065
Febrer	0,50	0,056
Març	0,48	0,056
Abril	0,31	0,05
Maig	0	0,077
Juny	0	0,065
Juliol	0	0,061
Agost	0	0,062
Setembre	0	0,065
Octubre	0,23	0,05
Novembre	0,35	0,056
Desembre	0,48	0,064

Taula 2.122 Energia consumida per la bomba de circulació BH-05 i la resistència elèctrica



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



A la Taula 2.123 es mostra el resultat de l'energia elèctrica necessària anual per cada un dels elements. També es mostra el resultat gràficament a la Figura 2.72.

	Bomba calor	BH-02	BH-03	BH-04	BH-05	Resistència elèctrica	Ventiladors
kWh/any	17.072,34	1.521,7	239,66	239,66	2,90	0,73	456,51

Taula 2.123 Energia elèctrica necessària anual per a cada element

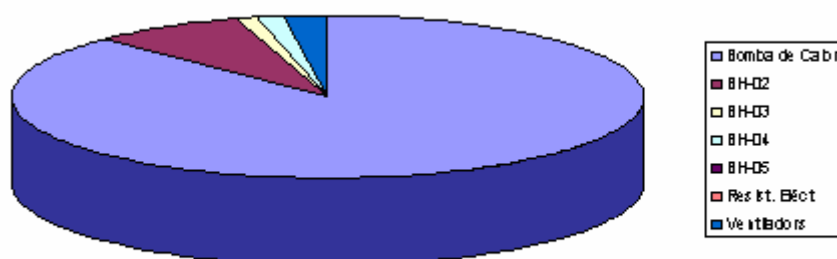


Figura 2.72 Gràfic comparatiu energia elèctrica necessària per cada element

Per concloure aquest apartat cal dir que la suma total de l'energia elèctrica necessària per a aconseguir la climatització i abastiment d'ACS a la vivenda del present projecte és de **19.533,52 kWh/any**.

2.1.10.2.1 Cost de la instal·lació geotèrmica

Abans de realitzar els càlculs per obtenir el cost de la instal·lació geotèrmica cal definir la inversió real que es té en compte. En el present projecte es tindrà en compte l'import pressupostat general de totes les partides. Es consideraran dos valors, el primer sense tenir en compte els ajuts administratius, i el segon tenint-los en compte.

Els costos anuals es desglossaran en el cost de l'energia per fer funcionar la instal·lació geotèrmica i el cost de manteniment. A la suma d'aquests dos conceptes se l'anomenarà



cost d'operació. Al primer any, a més a més, se li haurà d'afegir el cost de la inversió inicial.

Els ingressos anuals seran conseqüència de l'estalvi envers la instal·lació convencional. Per tant, el cost variable de l'any i representa el flux de caixa anual, i s'expressa d'aquesta manera:

$$C_v = C_p + L_{TOT} \cdot p_e$$

Eq. 2.60

On: C_v és el cost variable anual (€/any),

C_p és el cost d'operació anual (€/any),

L_{TOT} és la càrrega anual d'energia tèrmica (kWh/any),

p_e és el preu de l'energia elèctrica a data d'avui (€/kWh).

Aquests costos variables, però, cal que s'actualitzin a l'any de posada en funcionament de la instal·lació. Això s'aconsegueix tenint en compte que els diners perden valor any rere any (interès del diner) i que cada any l'energia s'encareix respecte l'any anterior (increment del preu de l'energia). El càlcul del cost variable actualitzat anual ($C_{va,i}$) es fa mitjançant la següent fórmula:

$$C_{va,i} = C_{v,i} \cdot \left(\frac{1+r}{1+r_d} \right)^i$$

Eq. 2.61

On: r és l'increment anual del cost de l'energia convencional, en tant per u, i

r_d és l'interès del diner, en tant per u.

Els valors dels diferents paràmetres que intervenen en el càlcul del cost total anual es poden veure a la Taula 2.124.

Els càlculs s'han realitzat per a dos inversions diferents: tenint en compte els ajuts² i sense considerar-los. També s'ha calculat el cost total per a tres diferents increments anuals del preu de l'electricitat.

Els resultats obtinguts es mostren a la Taula 2.125 (sense subvenció) i de la Taula 2.126 a la Taula 2.128 (amb les diferents subvencions estudiades).

Paràmetre	Valor considerat
C_F sense subvenció	24.179,72 €
C_F amb subvenció del 10%	21.761,75 €
C_F amb subvenció del 20%	19.343,78 €
C_F amb subvenció del 30%	16.925,80 €
C_p	1,5% de C_F
L_{TOT}	19.533,52 kWh/any
p_e	0,087894 €/kWh
r	0,02; 0,04 i 0,06
r_d	0,02

Taula 2.124 Paràmetres de càlcul del cost

² Segons l'ICAEN la màxima subvenció permesa per a una instal·lació d'una vivenda unifamiliar mitjançant energia geotèrmica és del 30% de la inversió inicial. Per aquest motiu en l'actual estudi de viabilitat s'han tingut en compte tres subvencions, del 10, 20 i 30%.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Cost total			
Increment p_e (%)	2	4	6
Any			
1	26.259,29	26.259,29	26.259,29
2	26.264,73	26.305,61	26.346,50
3	26.270,25	26.353,04	26.437,43
4	26.275,86	26.401,59	26.532,26
5	26.281,55	26.451,31	26.631,15
6	26.287,32	26.502,21	26.734,28
7	26.293,18	26.554,34	26.841,85
8	26.299,13	26.607,71	26.954,03
9	26.305,17	26.662,37	27.071,04
10	26.311,30	26.718,35	27.193,09
11	26.317,52	26.775,68	27.320,40
12	26.323,83	26.834,40	27.453,20
13	26.330,24	26.894,54	27.591,74
14	26.336,74	26.956,15	27.736,27
15	26.343,35	27.019,25	27.887,06
16	26.350,05	27.083,90	28.044,38
17	26.356,85	27.150,12	28.208,52
18	26.363,75	27.217,97	28.379,79
19	26.370,76	27.287,48	28.558,50
20	26.377,87	27.358,71	28.744,99
21	26.385,09	27.431,68	28.939,60
22	26.392,42	27.506,46	29.142,70
23	26.399,86	27.583,10	29.354,66
24	26.407,41	27.661,63	29.575,89
25	26.415,07	27.742,11	29.806,79

Taula 2.125 Previsió del cost total anual de la instal·lació geotèrmica sense subvencions



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Cost total			
Increment p_e (%)	2	4	6
Any			
1	23.841,32	23.841,32	23.841,32
2	23.846,76	23.887,64	23.928,52
3	23.852,28	23.935,07	24.019,46
4	23.857,89	23.983,62	24.114,29
5	23.863,57	24.033,34	24.213,18
6	23.869,35	24.084,24	24.316,31
7	23.875,21	24.136,36	24.423,87
8	23.881,16	24.189,74	24.536,06
9	23.887,20	24.244,40	24.653,07
10	23.893,32	24.300,38	24.775,12
11	23.899,55	24.357,71	24.902,43
12	23.905,86	24.416,43	25.035,23
13	23.912,27	24.476,57	25.173,77
14	23.918,77	24.538,18	25.318,30
15	23.925,37	24.601,28	25.469,09
16	23.932,08	24.665,93	25.626,41
17	23.938,88	24.732,15	25.790,55
18	23.945,78	24.800,01	25.961,82
19	23.952,79	24.869,51	26.140,53
20	23.959,90	24.940,73	26.327,02
21	23.967,12	25.013,71	26.521,63
22	23.974,45	25.088,49	26.724,73
23	23.981,89	25.165,12	26.936,69
24	23.989,43	25.243,66	27.157,92
25	23.997,10	25.324,14	27.388,82

Taula 2.126 Previsió del cost total anual de la instal·lació geotèrmica amb subvenció del 10%



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Cost total			
Increment p_e (%)	2	4	6
Any			
1	21.423,35	21.423,35	21.423,35
2	21.428,79	21.469,67	21.510,55
3	21.434,31	21.517,04	21.601,49
4	21.439,91	21.565,65	21.696,32
5	21.445,60	21.615,36	21.795,21
6	21.451,38	21.666,27	21.898,34
7	21.457,24	21.718,39	22.005,90
8	21.463,19	21.771,77	22.118,09
9	21.469,22	21.826,43	22.235,10
10	21.475,35	21.882,41	22.357,15
11	21.481,57	21.939,74	22.484,46
12	21.487,89	21.998,46	22.617,26
13	21.494,30	22.058,60	22.755,80
14	21.500,80	22.120,20	22.900,33
15	21.507,40	22.183,31	23.051,12
16	21.514,10	22.247,95	23.208,44
17	21.520,91	22.314,18	23.372,58
18	21.527,81	22.382,03	23.543,85
19	21.534,82	22.451,54	23.722,56
20	21.541,93	22.522,76	23.909,05
21	21.549,15	22.595,74	24.103,66
22	21.556,48	22.670,52	24.306,76
23	21.563,91	22.747,15	24.518,72
24	21.571,46	22.825,68	24.739,95
25	21.579,12	22.906,17	24.970,85

Taula 2.127 Previsió del cost total anual de la instal·lació geotèrmica amb subvenció del 20%



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Cost total			
Increment p_e (%)	2	4	6
Any			
1	19.005,37	19.005,37	19.005,37
2	19.010,81	19.051,70	19.092,58
3	19.016,34	19.099,12	19.183,52
4	19.021,94	19.147,68	19.278,34
5	19.027,63	19.197,39	19.377,24
6	19.033,40	19.248,31	19.480,37
7	19.039,27	19.300,42	19.587,93
8	19.045,21	19.353,80	19.700,11
9	19.051,25	19.408,46	19.817,13
10	19.057,38	19.464,44	19.939,17
11	19.063,60	19.521,77	20.066,48
12	19.069,92	19.580,49	20.199,29
13	19.076,32	19.640,63	20.337,83
14	19.082,83	19.702,23	20.482,36
15	19.089,43	19.765,34	20.633,14
16	19.096,13	19.829,98	20.790,46
17	19.102,93	19.896,21	20.954,61
18	19.109,84	19.964,05	21.125,87
19	19.116,85	20.033,57	21.304,59
20	19.123,96	20.104,79	21.491,08
21	19.131,18	20.177,77	21.685,69
22	19.138,50	20.252,55	21.888,79
23	19.145,94	20.329,18	22.100,75
24	19.153,49	20.407,71	22.321,97
25	19.161,15	20.488,20	22.552,88

Taula 2.128 Previsió del cost total anual de la instal·lació geotèrmica amb subvenció del 30%



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.10.3 COMPARACIÓ ENTRE LES DUES INSTAL·LACIONS

Un cop realitzats els càlculs del cost total de cadascuna de les dues instal·lacions considerades en els seus primers 25 anys, es considera oportú subdividir la comparació dels resultats obtinguts d'ambdós sistemes depenent de la possible variabilitat final, o no, del preu de les energies emprades en el present projecte. D'aquesta manera s'obté un ampli ventall de resultats en les comparacions, que depenent de com evolucioni tan el mercat de l'electricitat com el del gas natural, s'aproparà o s'allunyarà més a alguna de les comparacions elaborades.

2.1.10.3.1 Considerant la possible variabilitat del preu de l'electricitat i del gas natural

La Figura 2.73 mostra la comparació de les dues instal·lacions tenint en compte una variabilitat total en el preu d'ambdues energies i suposant no disposar de cap tipus de subvenció per a la instal·lació geotèrmica.

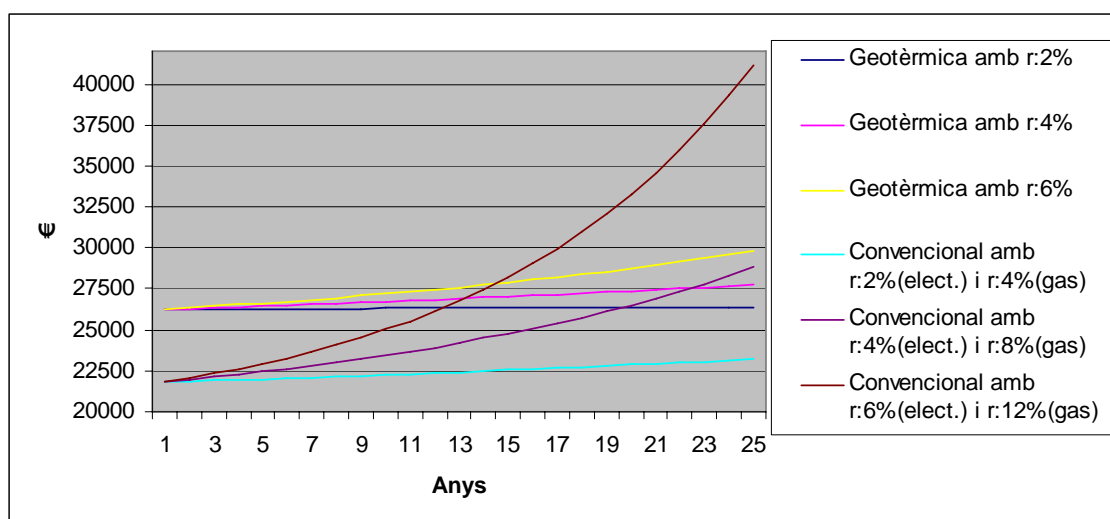


Figura 2.73 Cost total instal·lacions sense subvenció en la geotèrmica



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



A la Figura 2.74 es pot veure la mateixa comparativa que en la Figura 2.73 però en aquest cas disposant d'una subvenció del 10%.

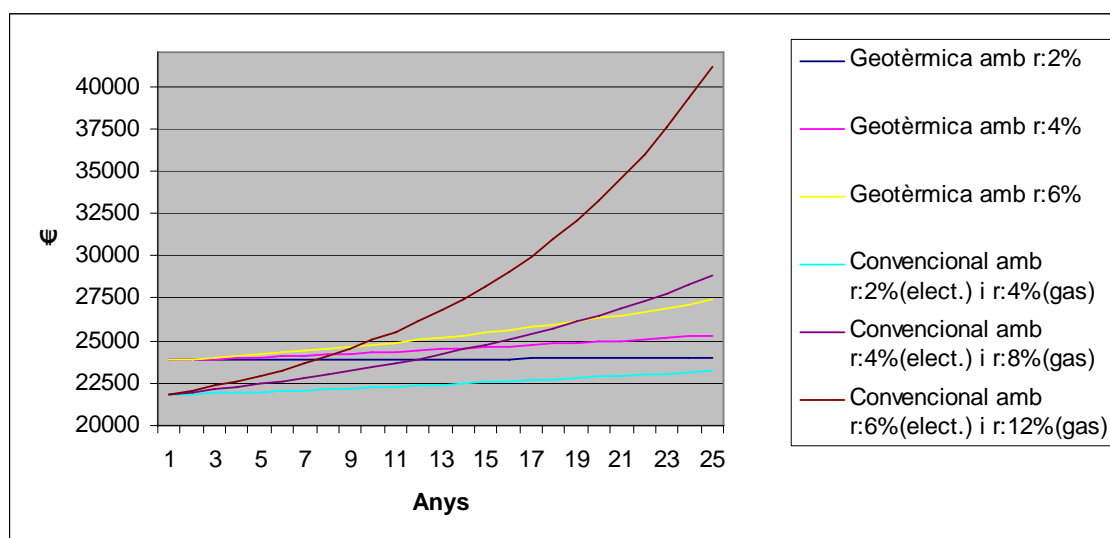


Figura 2.74 Cost total instal·lacions amb subvenció del 10% en la geotèrmica

Seguint considerant una variabilitat total en el preu de l'energia la Figura 2.75 mostra la mateixa comparació que l'anterior però en aquest cas amb una subvenció del 20%.

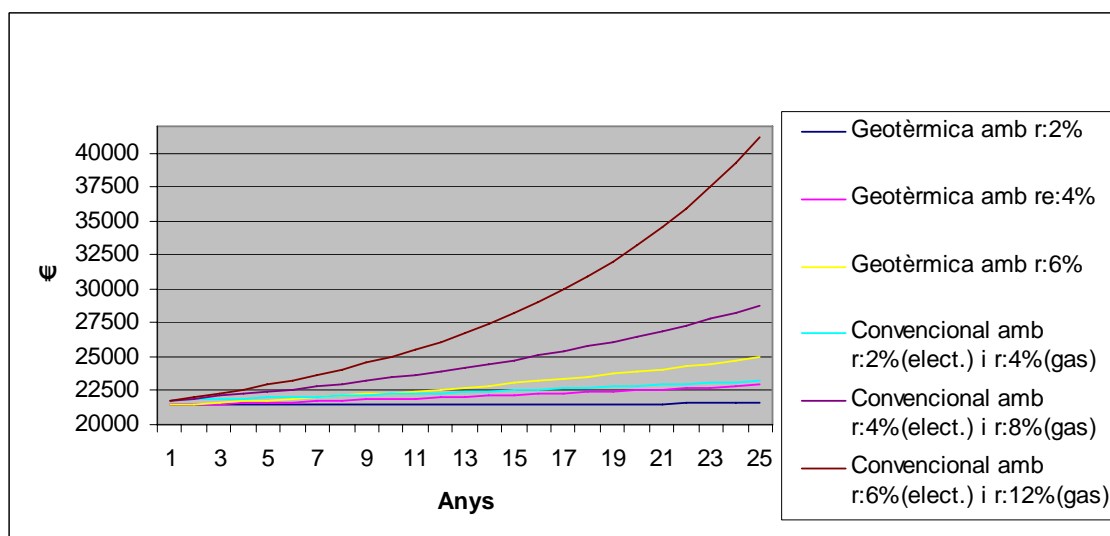


Figura 2.75 Cost total instal·lacions amb subvenció del 20% en la geotèrmica



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



La Figura 2.76, que es pot veure a continuació, mostra una ampliació dels 10 primers anys de la figura 2.75.

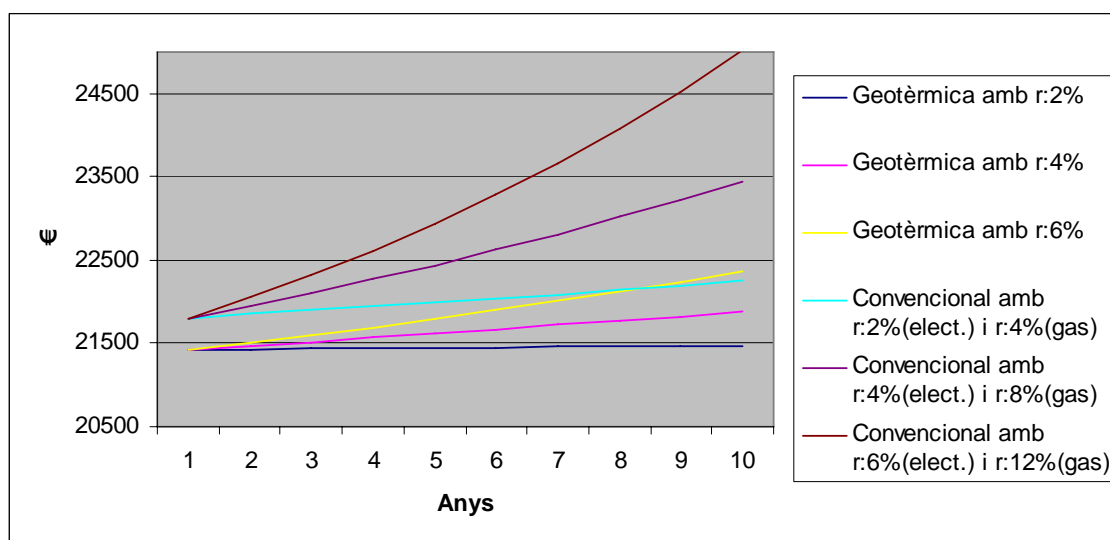


Figura 2.76 Ampliació dels 10 primers anys de la Figura 2.75

En el cas d'obtenir la màxima subvenció per a una instal·lació geotèrmica, un 30%, es mostra el resultat obtingut de la comparativa a la Figura 2.77.

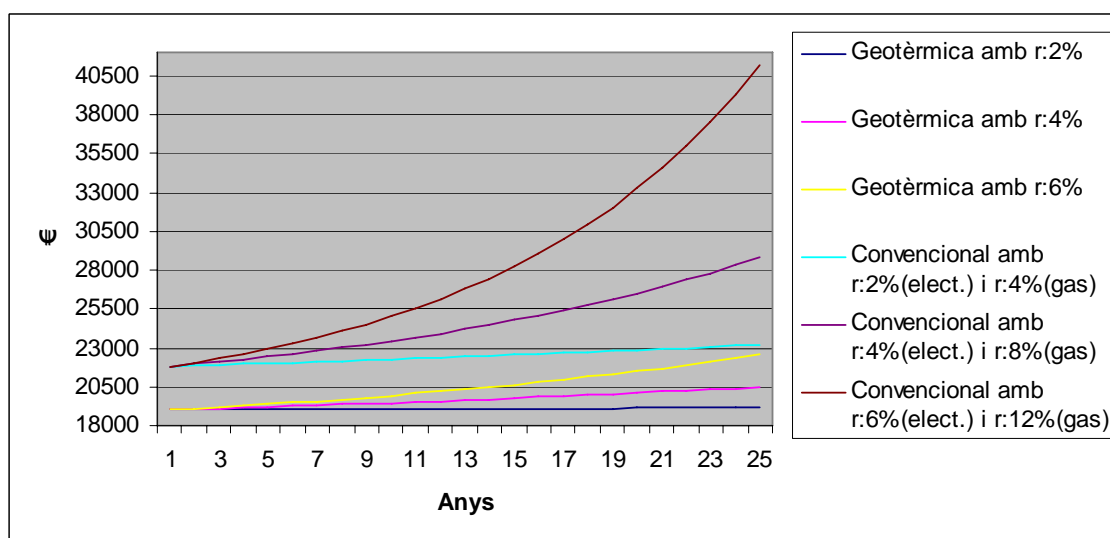


Figura 2.77 Cost total instal·lacions amb subvenció del 30% en la geotèrmica



Per a concloure aquest apartat s'ha considerat interessant mostrar aquelles dades més significatives, com són:

- A partir de quin moment la instal·lació geotèrmica comença a ser més rentable que la instal·lació convencional (moment en que els costos de la instal·lació geotèrmica comencen a ser inferiors que els de la convencional).
- Quin és l'estalvi que es pot aconseguir amb la instal·lació geotèrmica en el cas més optimista (estalvi màxim), en 25 anys.
- Quin és l'estalvi que es pot aconseguir amb la instal·lació geotèrmica en el cas més pessimista (estalvi mínim), en 25 anys.
- Quin és l'estalvi màxim anual que es pot obtenir amb la instal·lació geotèrmica.

Els resultats obtinguts en el supòsit que hi hagi una variabilitat del preu tant de l'electricitat com del gas es mostren a la Taula 2.129.

Amb/sense subvenció instal·lació geotèrmica	Instal·lació geotèrmica més rentable a partir de:	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas optimista	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas pessimista	Màxim estalvi anual
Sense subvenció	14 anys	16.545,89 €	-97.023,82 €	11.351,44 €
Amb subvenció del 10%	8,5 anys	76.995,19 €	-36.574,52 €	13.769,41€
Amb subvenció del 20%	Des de l'inici (diferència de 382 €)	137.444,50 €	23.874,78 €	16.187,38 €
Amb subvenció del 30%	Des de l'inici (diferència de 2800 €)	197.893,80 €	84.324,08 €	18.605,35 €

Taula 2.129 Resum resultats obtinguts amb variabilitat del preu de l'electricitat i del gas



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.10.3.2 Considerant constant el preu de l'electricitat i variable el del gas natural

La Figura 2.78 mostra la comparació de les dues instal·lacions tenint en compte una variabilitat total en el preu del gas, un preu constant pel que fa l'electricitat i suposant no disposar de cap tipus de subvenció per a la instal·lació geotèrmica.

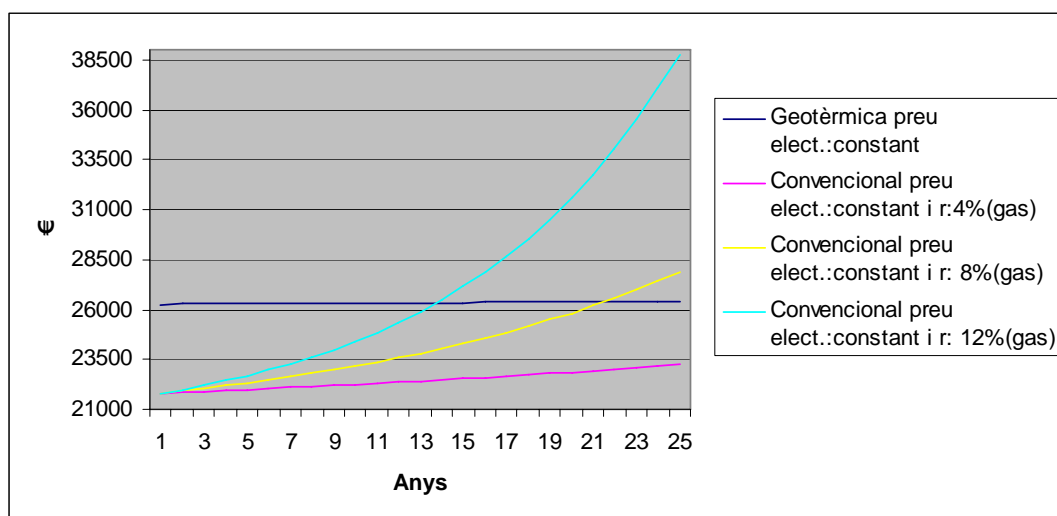


Figura 2.78 Cost total instal·lacions sense subvenció en la geotèrmica amb preu electricitat constant

Amb els mateixos supòsits, però en aquest cas, disposant d'una subvenció del 10% per a la instal·lació geotèrmica s'obté la Figura 2.79.

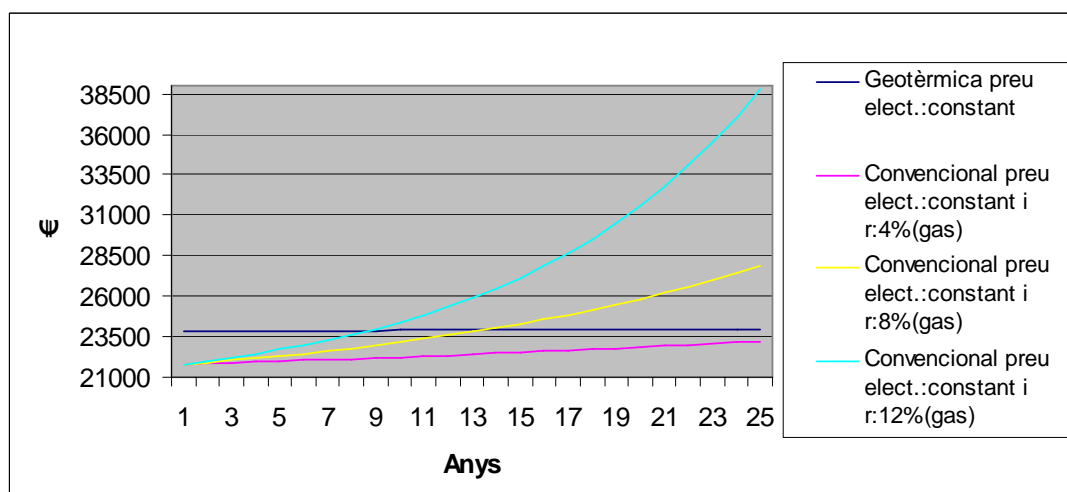


Figura 2.79 Cost total instal·lacions amb subvenció del 10% en la geotèrmica i preu electricitat constant



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Amb una subvenció del 20%, la comparativa de les dues instal·lacions es pot veure a la figura 2.80.

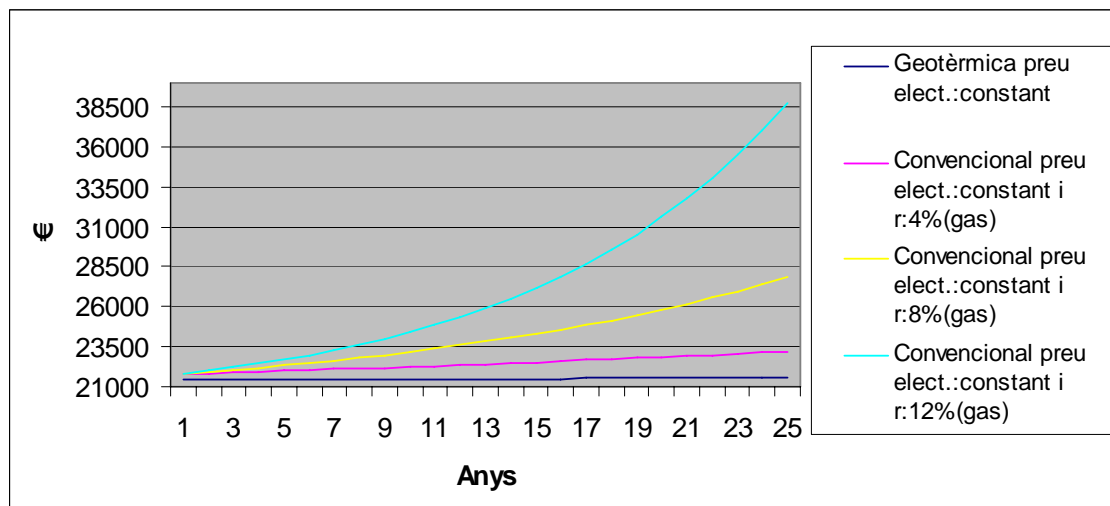


Figura 2.80 Cost total instal·lacions amb subvenció del 20% en la geotèrmica amb preu electricitat constant

Amb la màxima subvenció per a una instal·lació convencional, el 30% com ja es sap, s'elabora la Figura 2.81.

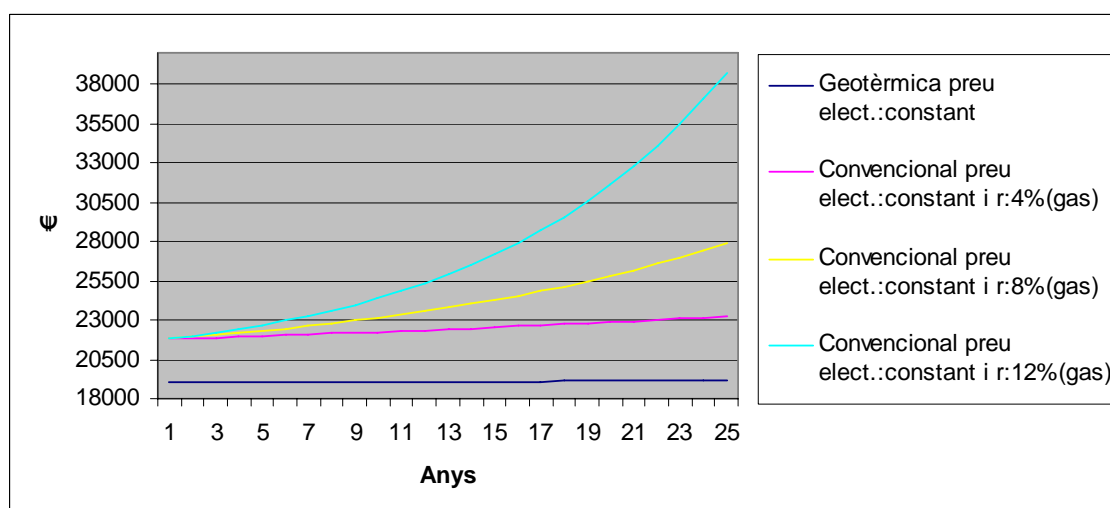


Figura 2.81 Cost total instal·lacions amb subvenció del 30% en la geotèrmica amb preu electricitat constant



Per a concloure aquest apartat s'ha considerat interessant mostrar aquelles dades més significatives, com són:

- A partir de quin moment la instal·lació geotèrmica comença a ser més rentable que la instal·lació convencional (moment en que els costos de la instal·lació geotèrmica comencen a ser inferiors que els de la convencional).
- Quin és l'estalvi que es pot aconseguir amb la instal·lació geotèrmica en el cas més optimista (estalvi màxim), en 25 anys.
- Quin és l'estalvi que es pot aconseguir amb la instal·lació geotèrmica en el cas més pessimista (estalvi mínim), en 25 anys.
- Quin és l'estalvi màxim anual que es pot obtenir amb la instal·lació geotèrmica.

Els resultats obtinguts en el supòsit que el preu de l'electricitat es mantingui constant i el preu del gas variï es mostren a la Taula 2.130.

Amb/sense subvenció instal·lació geotèrmica	Instal·lació geotèrmica més rentable a partir de:	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas optimista	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas pessimista	Màxim estalvi anual
Sense subvenció	14 anys	27.122,26 €	-97.023,82 €	3.194,16 €
Amb subvenció del 10%	8,5 anys	87.571,57 €	-36.574,52 €	-776,19 €
Amb subvenció del 20%	Des de l'inici (diferència de 382 €)	148.020,87 €	23.874,78 €	1641,78 €
Amb subvenció del 30%	Des de l'inici (diferència de 2800 €)	208.470,17 €	84.324,08 €	4.059,75 €

Taula 2.130 Resum resultats obtinguts amb preu electricitat constant i preu gas variable



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



2.1.10.3.3 Considerant variable el preu de l'electricitat i costant el del gas

La Figura 2.82 mostra la comparació de les dues instal·lacions tenint en compte una variabilitat en el preu de l'electricitat del 2%, un preu constant pel que fa al gas natural i tenint presents tots els tipus de subvenció o no possibles.

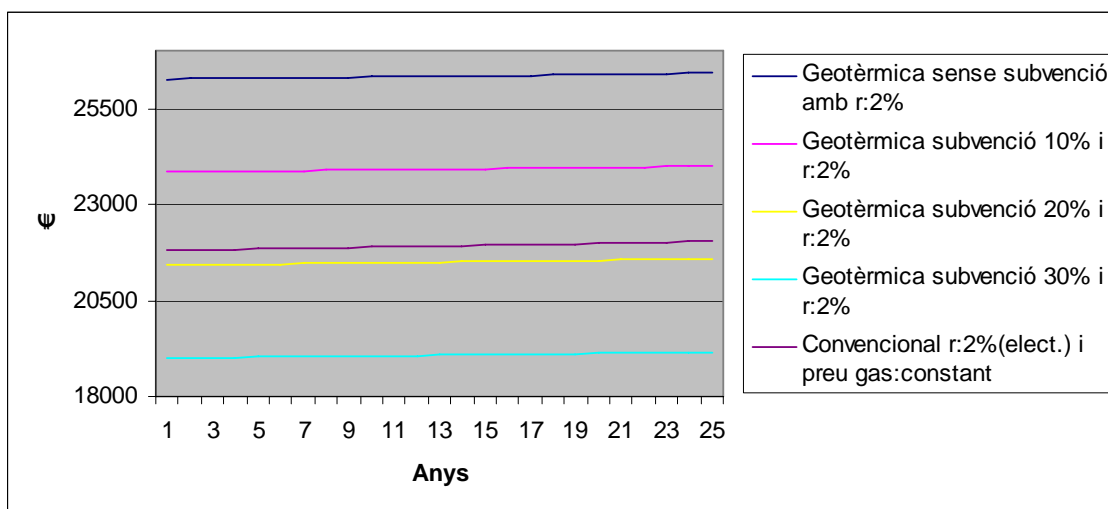


Figura 2.82 Cost total instal·lacions amb variabilitat en el preu de l'electricitat del 2% i constant el preu del gas

Si l'increment del preu de l'electricitat és del 4%, es poden veure els resultats a la Figura 2.83 que es mostra a continuació.

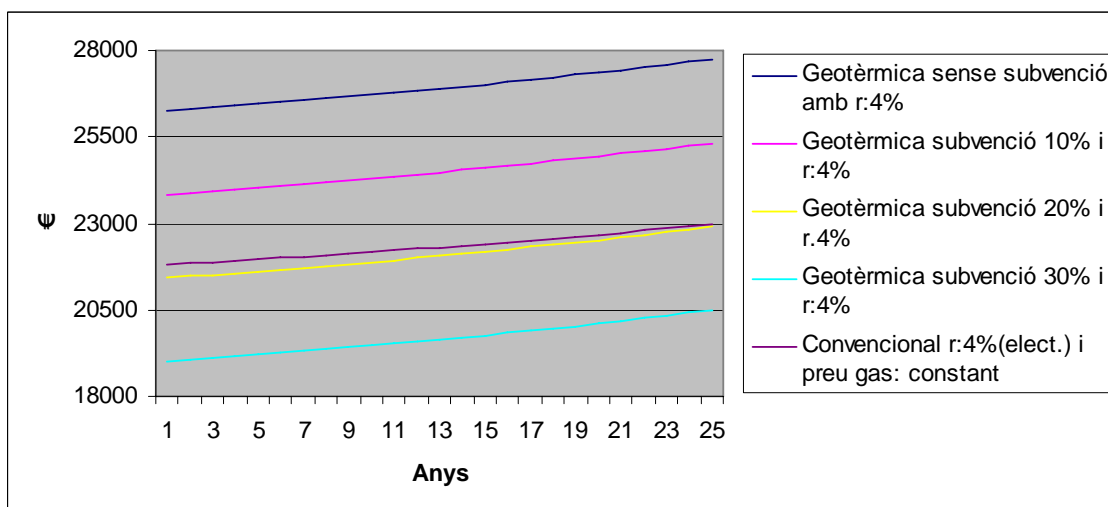


Figura 2.83 Cost total instal·lacions amb variabilitat en el preu de l'electricitat del 4% i constant el preu del gas



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Els resultats si l'electricitat augmentés en un 6% el seu preu es poden observar en la Figura 2.84.

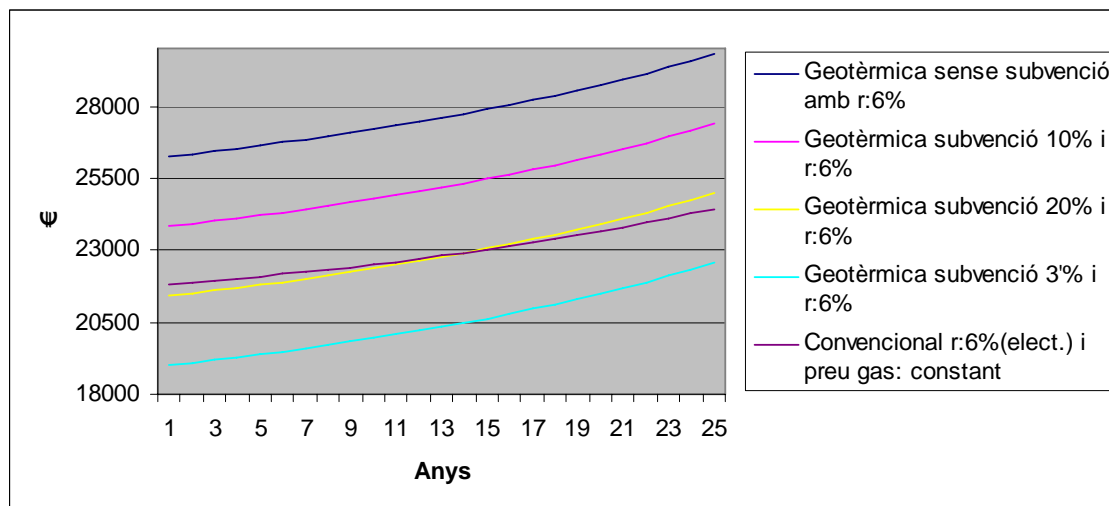


Figura 2.84 Cost total instal·lacions amb variabilitat en el preu de l'electricitat del 6% i constant el preu del gas

Per a concloure aquest apartat s'ha considerat interessant mostrar aquelles dades més significatives, com són:

- A partir de quin moment la instal·lació geotèrmica comença a ser més rentable que la instal·lació convencional (moment en que els costos de la instal·lació geotèrmica comencen a ser inferiors que els de la convencional).
- Quin és l'estalvi que es pot aconseguir amb la instal·lació geotèrmica en el cas més optimista (estalvi màxim), en 25 anys.
- Quin és l'estalvi que es pot aconseguir amb la instal·lació geotèrmica en el cas més pessimista (estalvi mínim), en 25 anys.
- Quin és l'estalvi màxim anual que es pot obtenir amb la instal·lació geotèrmica.

Els resultats obtinguts en el supòsit que el preu de l'electricitat es mantingui constant i el preu del gas variï es mostren a la Taula 2.131.

Amb/sense subvenció instal·lació geotèrmica	Instal·lació geotèrmica més rentable a partir de:	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas optimista	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas pessimista	Màxim estalvi anual
Sense subvenció	No ho serà (diferència de -4372 €)	-110.374,84 €	-120.951,21 €	-4.371,42 €
Amb subvenció del 10%	No ho serà (diferència de -1954 €)	-49.925,54 €	-60.501,91 €	-1.953,44 €
Amb subvenció del 20%	Sempre, excepte r(elect.):6% a partir de l'any 14.	10.523,76€	-52,61€	464,53 €
Amb subvenció del 30%	Des de l'inici (diferència de 2800 €)	70.973,06 €	60.396,69 €	2882,50 €

Taula 2.131 Resum resultats obtinguts amb preu electricitat variable i preu gas constant

Així doncs, es conclou que la previsió més optimista suposa un estalvi en 25 anys de 208.470,17 € (el qual s'obté per a un preu de l'electricitat constant i variable en el cas del gas natural, i amb una subvenció per a la instal·lació geotèrmica del 30 % de la inversió inicial) i la més pessimista un cost per sobre de la instal·lació convencional en 25 anys de 120.951,21 € (el qual s'obté per a un preu de l'electricitat variable i constant per al gas natural, i sense cap subvenció per a la instal·lació geotèrmica).



2.2 Catàlegs de components

Els catàlegs dels components de la instal·lació projectada es troben dins el cd adjunt, al directori “Catàlegs”. Els components dels quals no es disposa catàleg es pot consultar la web del propi fabricant que es facilita a l'apartat 1.4.2.2. Els catàlegs inclosos es llisten a continuació:

- Caldera Saunier Duval Isofast Condens F 30 E
- Radiadors d'alumini Fondital Sahara 700/80, 800/80 i Garda 1200 i 2000
- Canonades multicapa Barbi 40, 32 i 25
- Equips de refrigeració Ciatesa RSN
- Bomba de calor Ciatesa IZEH-70
- Fan-coils Ciatesa KCN
- Centraleta de Regulació MR-microchiller2
- Bomba de circulació Wilo Stratos ECO-ST 25/1-5
- Valvuleria de coure
- Dipòsit ACS Saunier Duval BDS 1150 ME
- Electrovàlvules de 2 i 3 vies Orkli
- Filtre de llautó Salvador Esoda
- Purgador automàtic Salvador Escoda
- Manòmetre vertical Salvador Escoda
- Vàlvula de bola Vir
- Sonda de temperatura Resol T28
- Vàlvula de seguretat regulable Salvador Escoda



-
- Vàlvula de mescla Orkli
 - Vàlvula de retenció Europa
 - Sonda de temperatura envainada Resol FKP150
 - Vasos d'expansió Salvador Escoda
 - Vàlvula reductora de pressió Rinox
 - Sonda anti-condensació Orkli
 - Aïllament de canonades Isocell
 - Ciment Pòrtland Uniland CEM II



Universitat de Lleida

Escola Politècnica Superior

Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica

Projecte final de carrera

**Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi
de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb
energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.**

Volum II: Plànols, Plec de condicions, Estat d'amidaments i Pressupost

Autor: Oriol Macarulla i Cervelló

Alberto Vélez i Bermúdez

Directora: Lluïsa F. Cabeza i Fabra

Cristian Solé i Cutrona

Juliol de 2007



3

PLÀNOLS

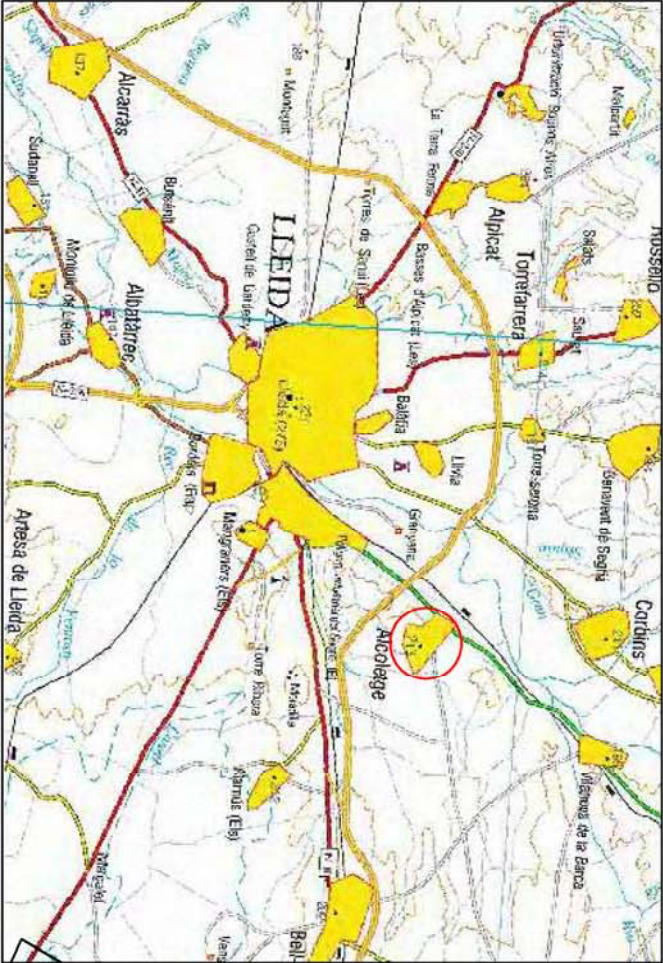


INDEX DELS PLÀNOLS

ÍNDIX DELS PLÀNOLS.....	513
Plànol 1: Situació i emplaçament.....	515
Plànol 2: Vista alçat façana nord.....	516
Plànol 3: Vista alçat façana sud.....	517
Plànol 4: Vista alçat façana est.....	518
Plànol 5: Vista alçat façana oest.....	519
Plànol 6: Planta de la planta baixa.....	520
Plànol 7: Planta de la planta primera.....	521
Plànol 8: Cotes de la planta baixa.....	522
Plànol 9: Cotes de la planta primera.....	523
Plànol 10: Distribució de calefacció planta baixa.....	524
Plànol 11: Distribució de calefacció planta primera.....	525
Plànol 12: Distribució terra radiant planta baixa.....	526
Plànol 13: Distribució terra radiant planta primera.....	527
Plànol 14: Distribució conductes de fred planta baixa.....	528
Plànol 15: Distribució conductes de fred planta primera.....	529
Plànol 16: Diagrama de procés instal·lació convencional.....	530
Plànol 17: Diagrama de procés instal·lació geotèrmica.....	531
Plànol 18: Diagrama enginyeria zona 1.....	532
Plànol 19: Diagrama enginyeria zona 2.....	533
Plànol 20: Diagrama enginyeria zona 3.....	534
Plànol 21: Diagrama enginyeria zona 1 instal·lació geotèrmica.....	535
Plànol 22: Diagrama enginyeria zona 2 instal·lació geotèrmica.....	536
Plànol 23: Diagrama enginyeria zona 3 instal·lació geotèrmica.....	537
Plànol 24: Instal·lació de la caldera de la instal·lació convencional.....	538
Plànol 25: Instal·lacions safareig i canonades de distribució instal·lació geotèrmica planta baixa.....	539



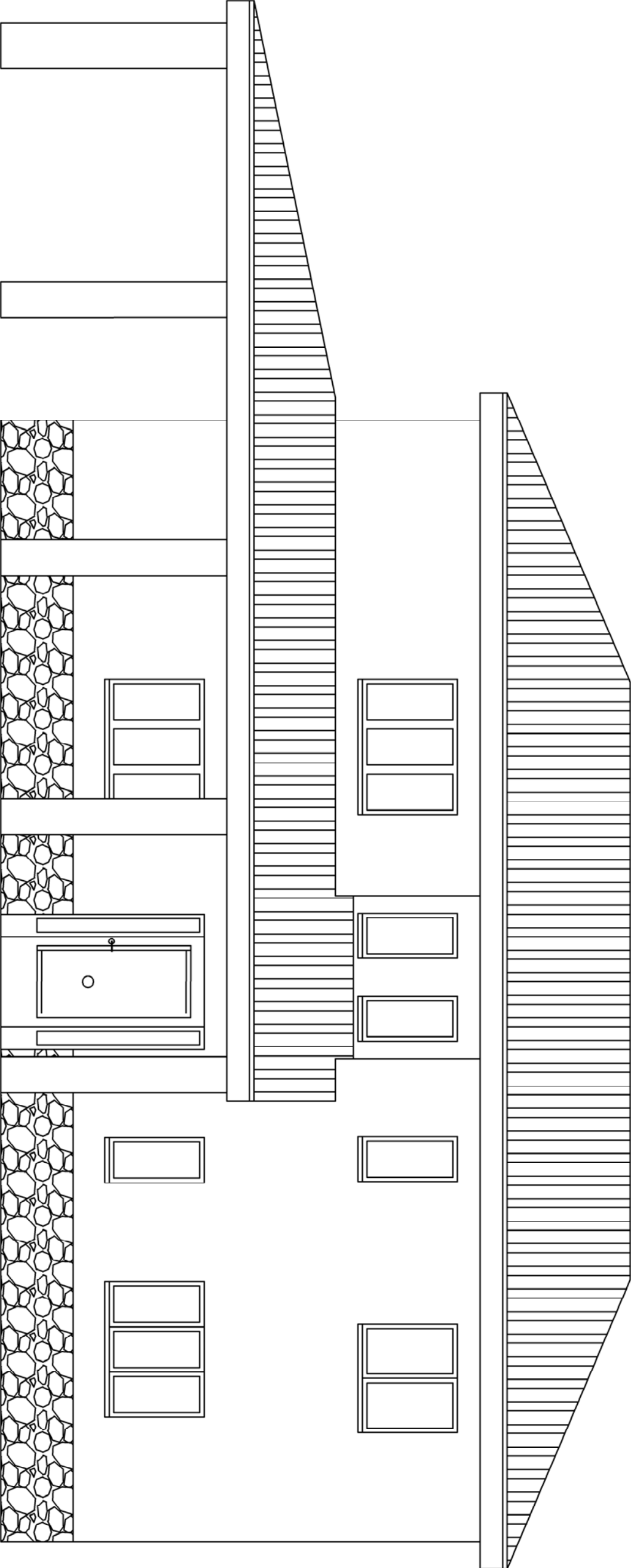
Plànol 26: Instal·lacions safareig i canonades de distribució instal·lació geotèrmica planta primera.....	540
Plànol 27: Situació bescanviador geotèrmic.....	541



Detall 1
escala 1:5000

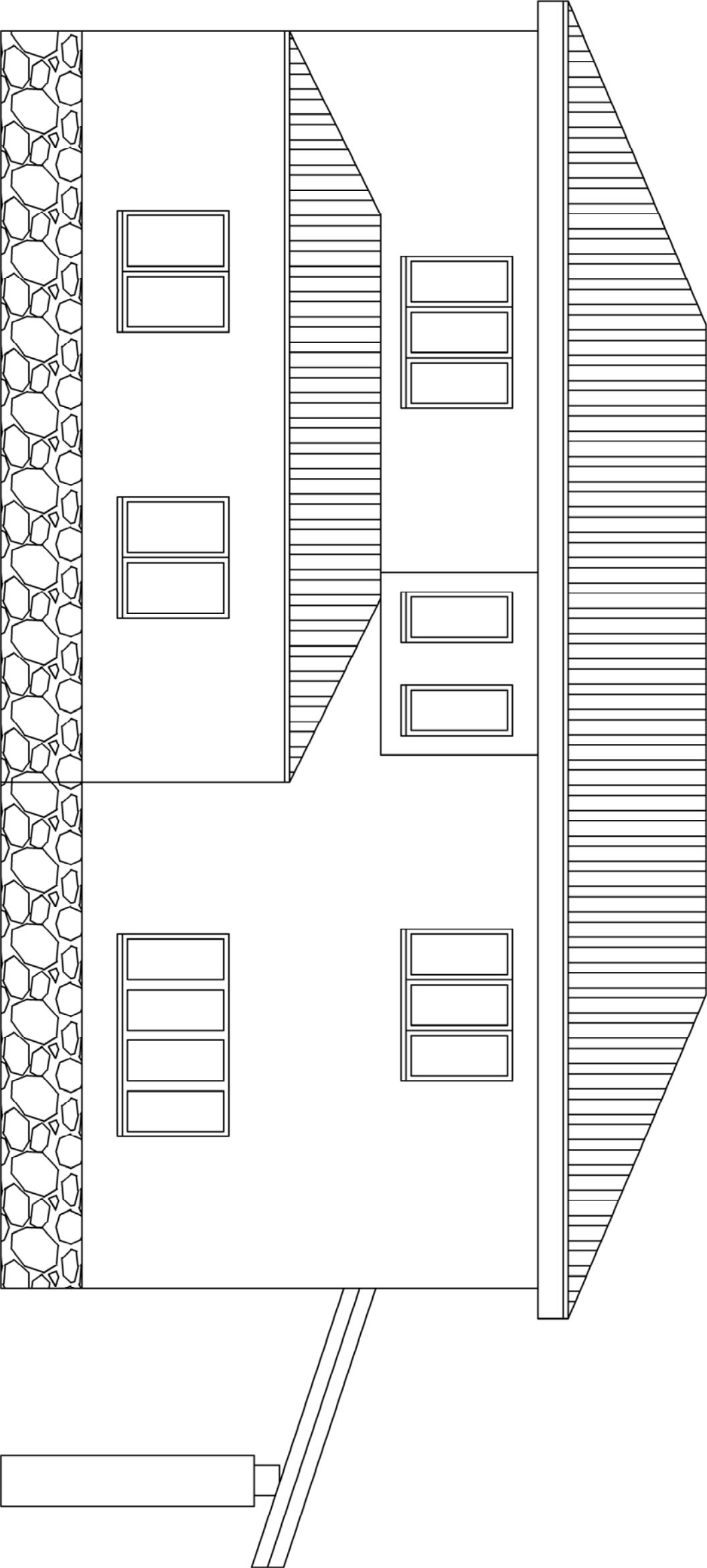


	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoià
Dibuixat	11/01/07	Odiol Macanilla Alberto Vázquez	
Comprovat	26/06/07	Cristina Solà	
ESCALA 1 / 35000	Situació i emplaçament		Nº PLÀNOL 1 / 27

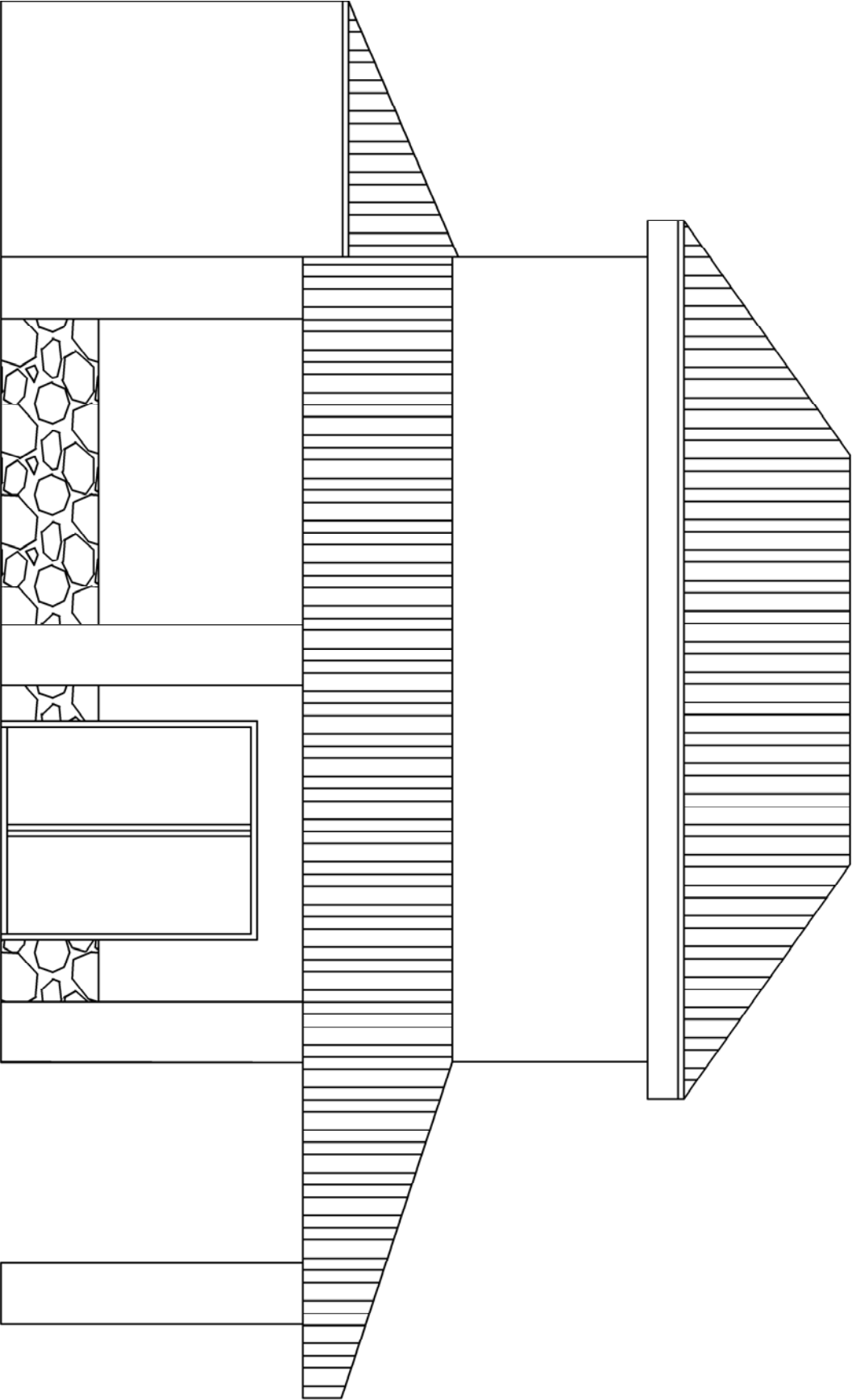


	Data		Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	
Dibuixat	11/01/07		Oribel Macaenlla Alberto Vázquez		
Comprovat	26/06/07		Cristian Solé		

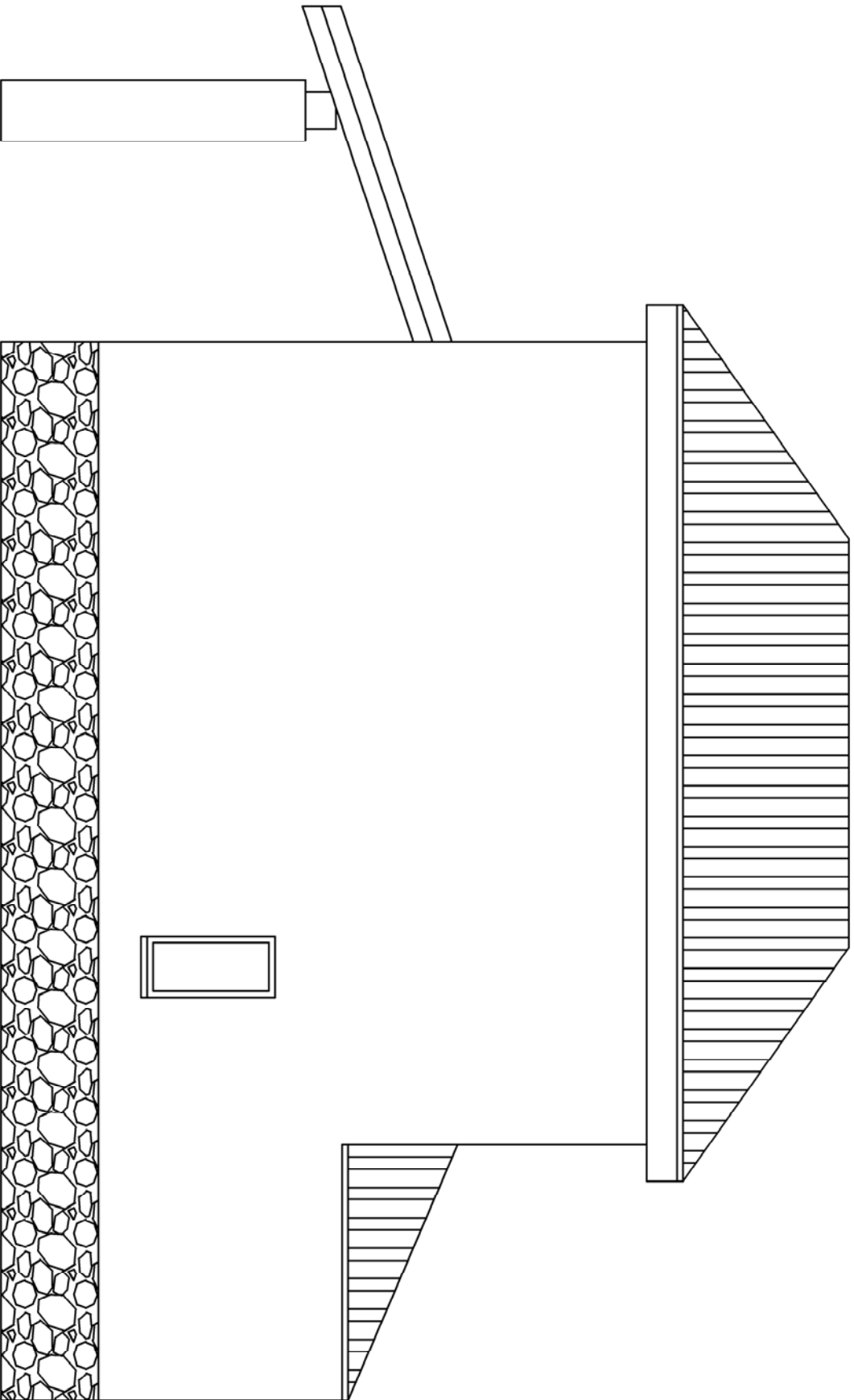
ESCALA	Vista Alçat Façana Nord		Nº PLÀNOL
1 / 50			2 / 27



	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oriol Mascarilla Alberto Vilaz	
Comprovat	26/06/07	Cristina Solé	
ESCALA			
1 / 50	Vista Alçat Façana Sud		Nº PLÀNOL
			3 / 27

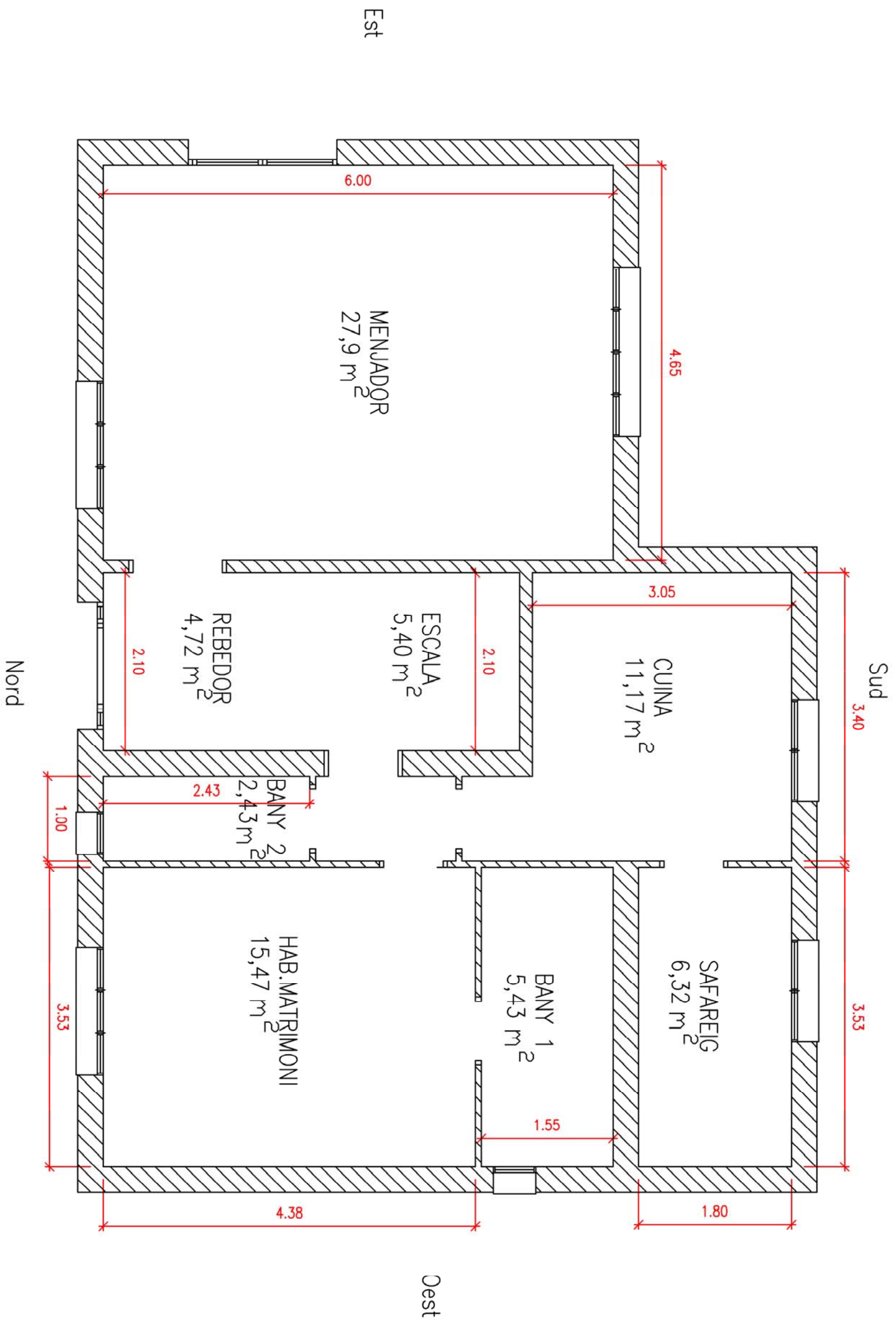


	Data	Nom	Diseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oriol Mazonia Alberto Vilaz	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solé	
ESCALA 1 / 50			
Vista Alçat Façana Est			
Nº PLÀNOL 4 / 27			

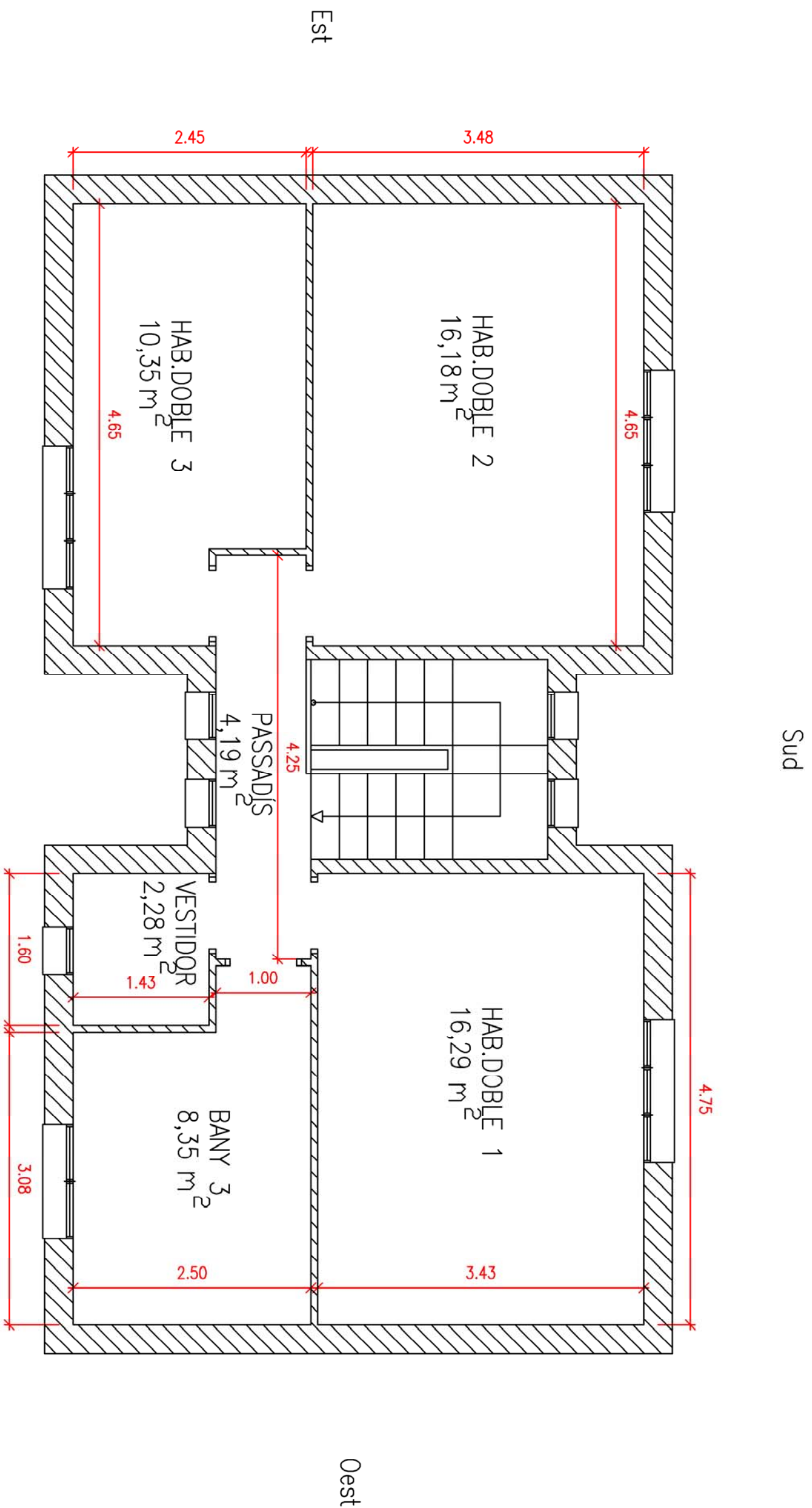


	Data		Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07		Odiol Masceñlla Alberto Váñez	
Comprovat	26/06/07		Cristian Solís	

ESCALA	Vista Alçat Façana Oest		Nº PLÀNOL
1 / 50			5 / 27

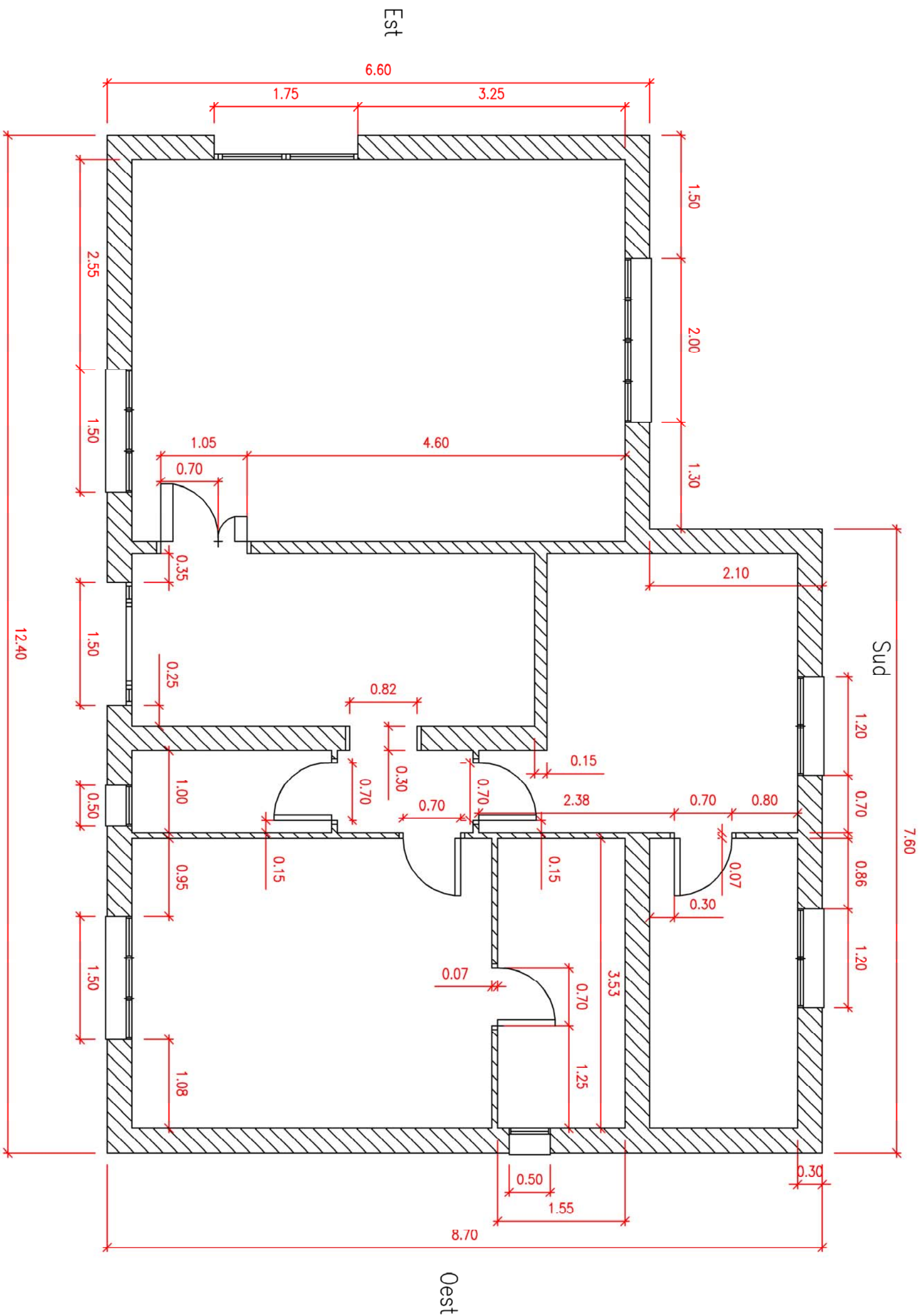


	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Mazonella Alberto Váñez	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solà	

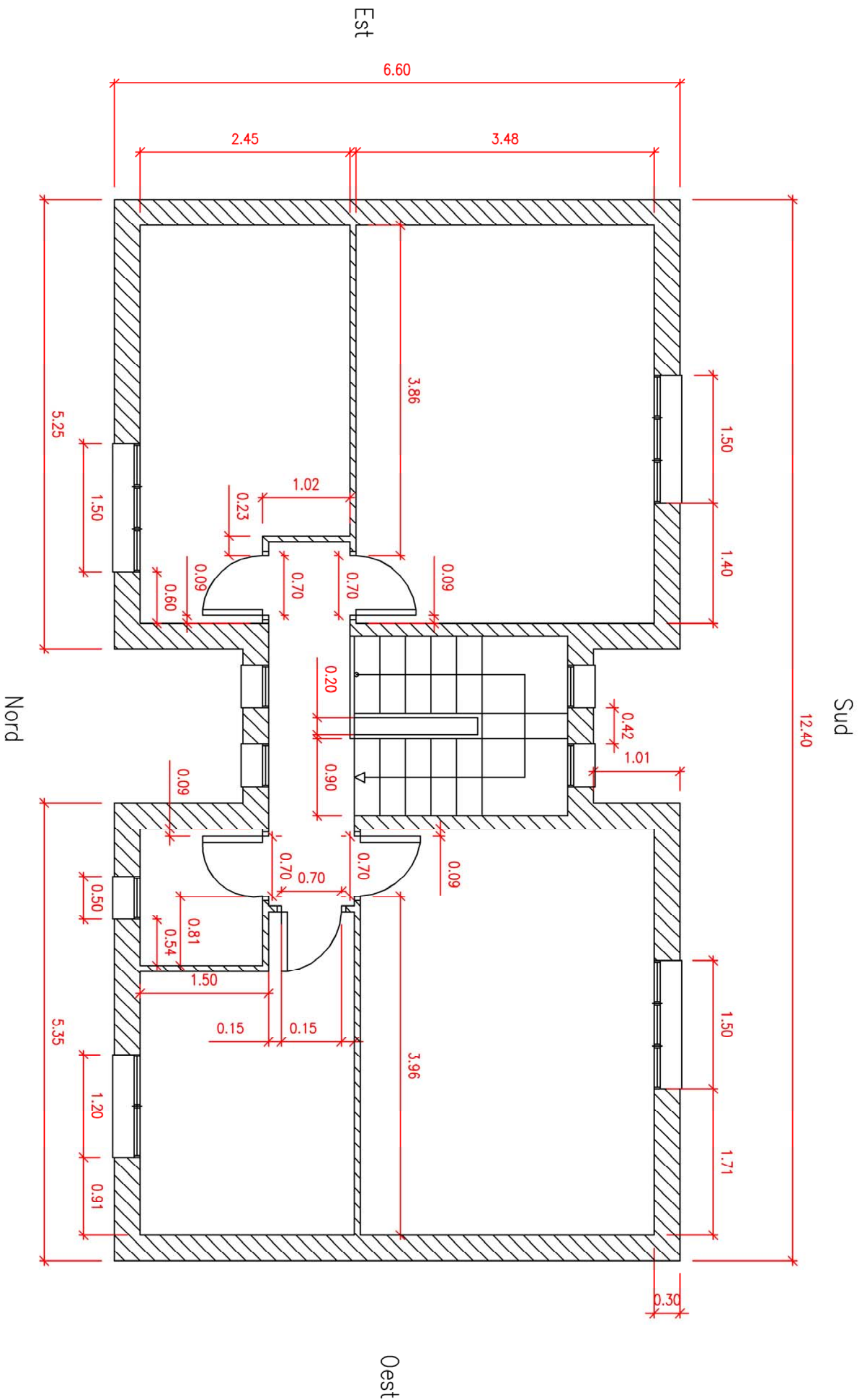


	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oriel Mazonella Alberto Vález	
Comprovat	26/06/07	Cristina Solà	

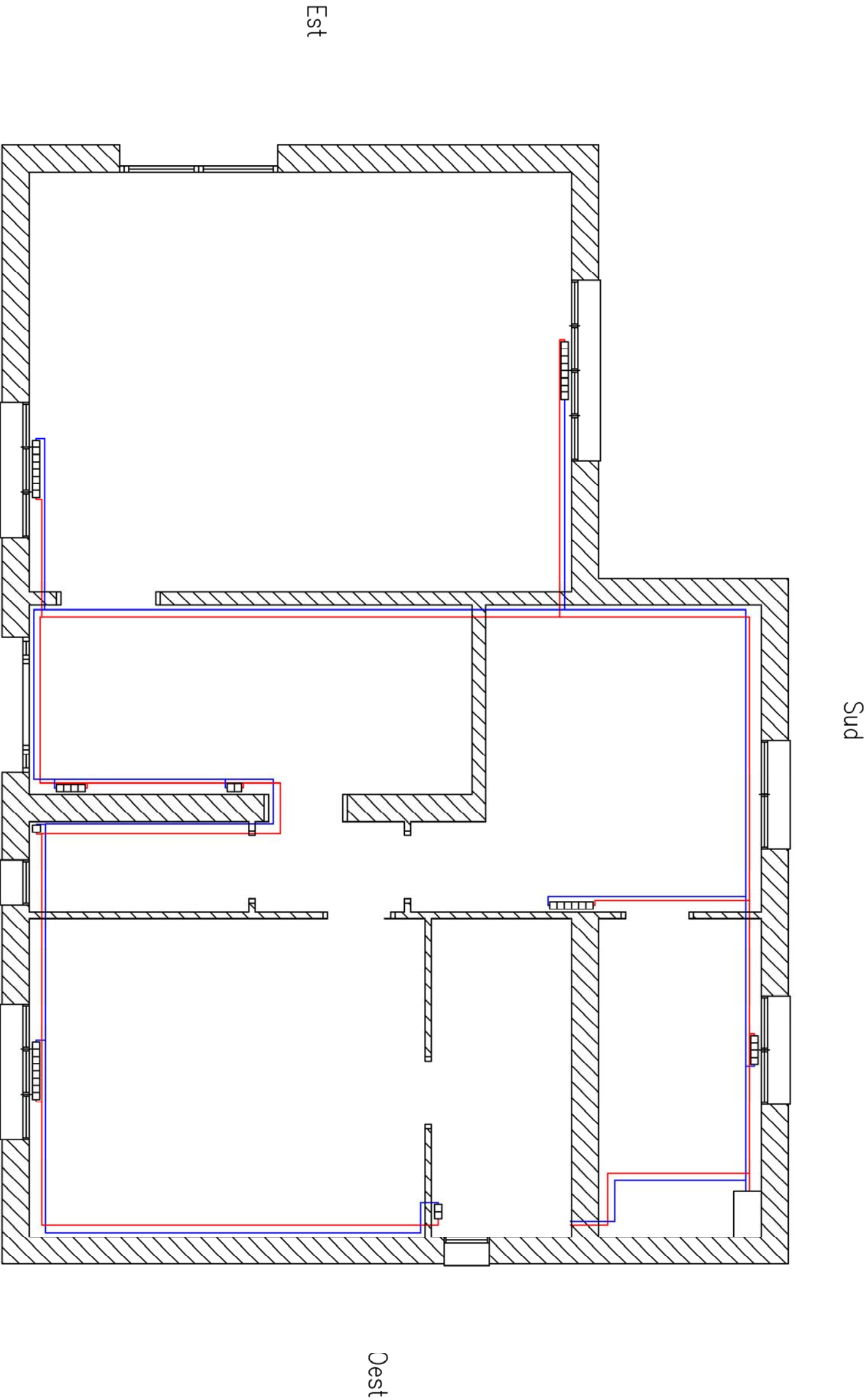
ESCALA	Planta de la planta primera	Nº PLÀNOL
1 / 50		



	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Mazonilla Alberto Vilaz	
Comprovat	26/06/07	Cecilia Solé	
ESCALA 1 / 50		Cotes de la planta baixa	
		Nº PLÀNOL 8 / 27	

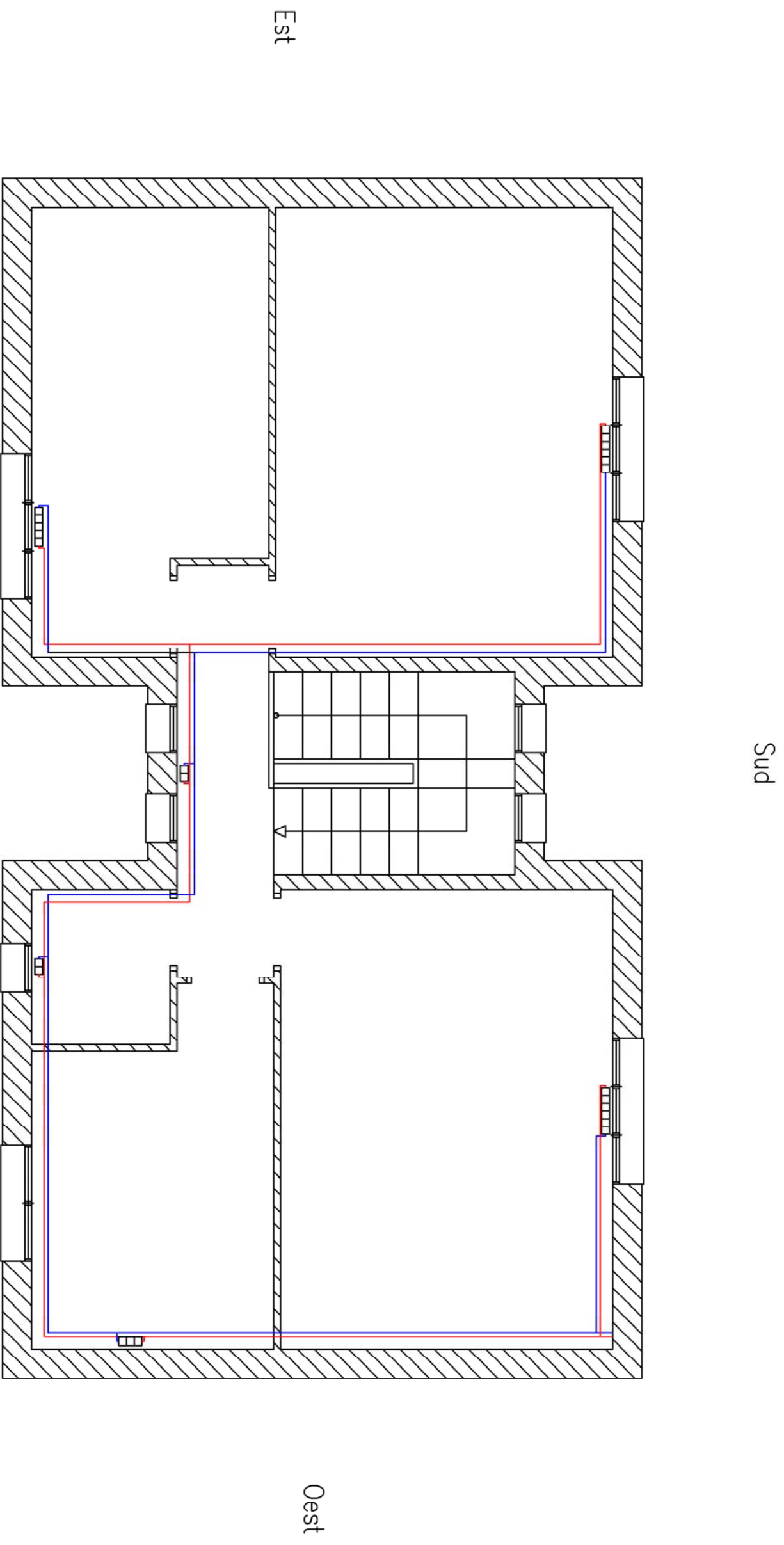


	Data	Nom	Diseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oriel Mazonella Alberto Vilaz	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solé	
ESCALA 1 / 50	Cotes de la planta primera		
		Nº PLÀNOL 9 / 27	



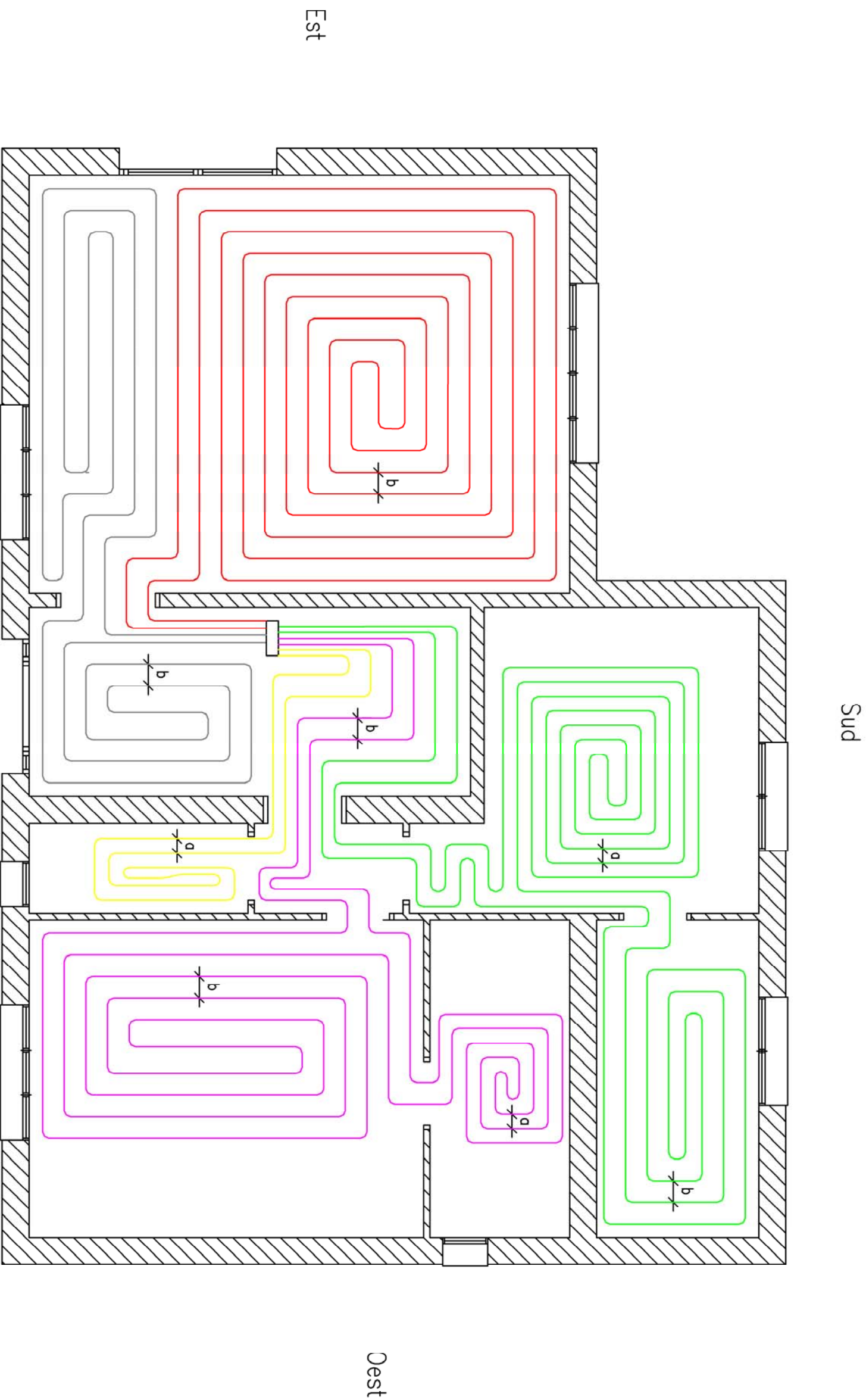
SIMBOL·LOGIA	
Caldera	
Radiador	
Tuberia calefacció d'arada	
Tuberia calefacció de tornada	

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oisel Macanilla Alberto Vázquez	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solís	
ESCALA 1 / 50	Distribució de calefacció planta baixa		Nº PLÀNOL 10 / 27



SIMBOL·LOGIA	
Radiador	
Tuberia calefacció d'arada	
Tuberia calefacció de tornada	

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Macanilla Alberto Vázquez	
Comprovat	26/06/07	Claudia Solís	
ESCALA 1 / 50	Distribució de calefacció planta primera		Nº PLÀNOL 1 1 / 27

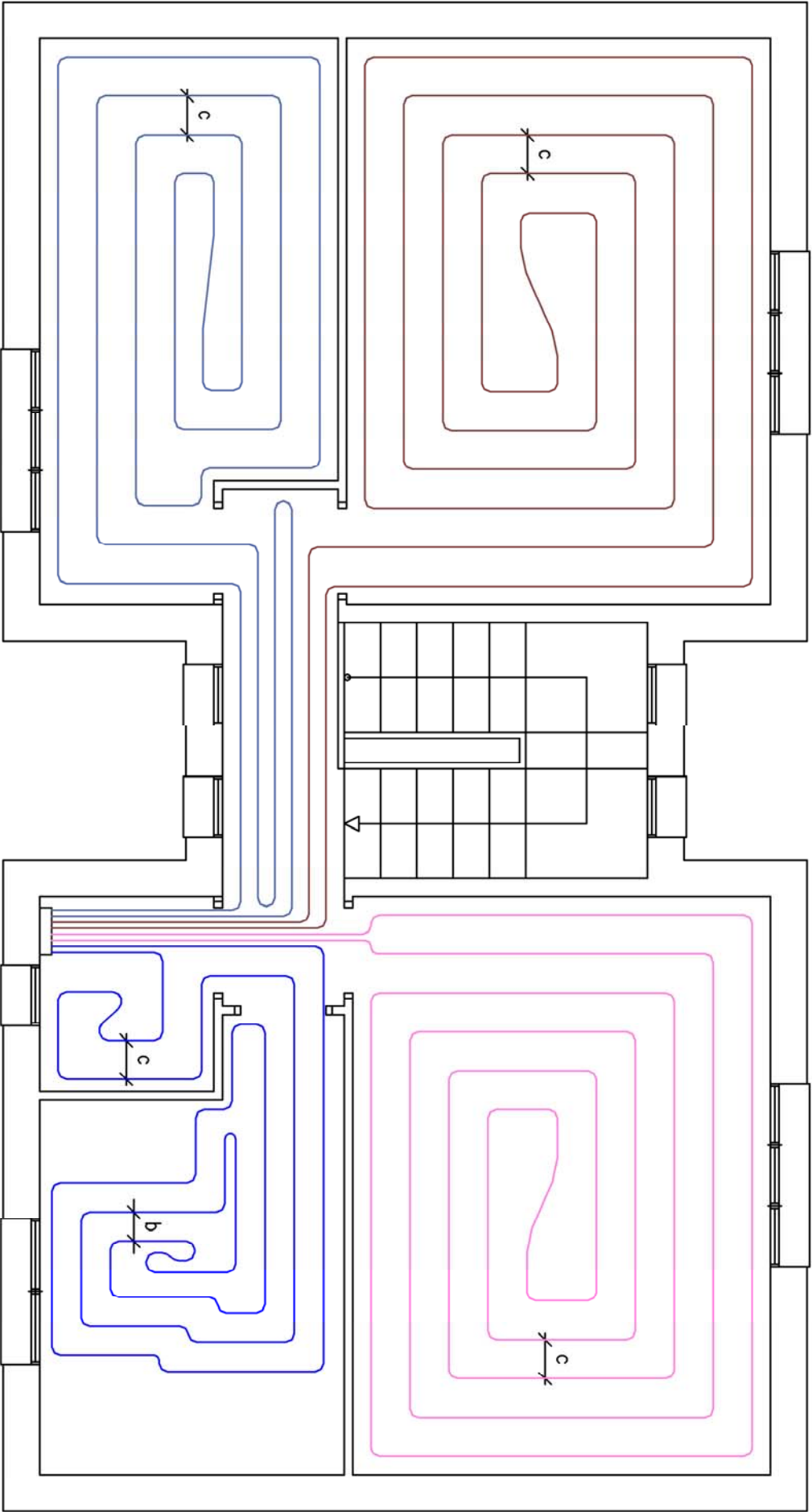


a = 16cm
b = 24 cm

Circuit 1	Menjador
Circuit 2	Menjador i Rebedor
Circuit 3	Bany 2
Circuit 4	Habitació Matrimoni i Bany 1
Circuit 5	Cuina i Safareig

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Macanilla Alberto Váez	
Comprovat	26/06/07	Cristina Solé	
ESCALA 1 / 50			Nº PLÀNOL 12 /27

Sud



Est

Oest

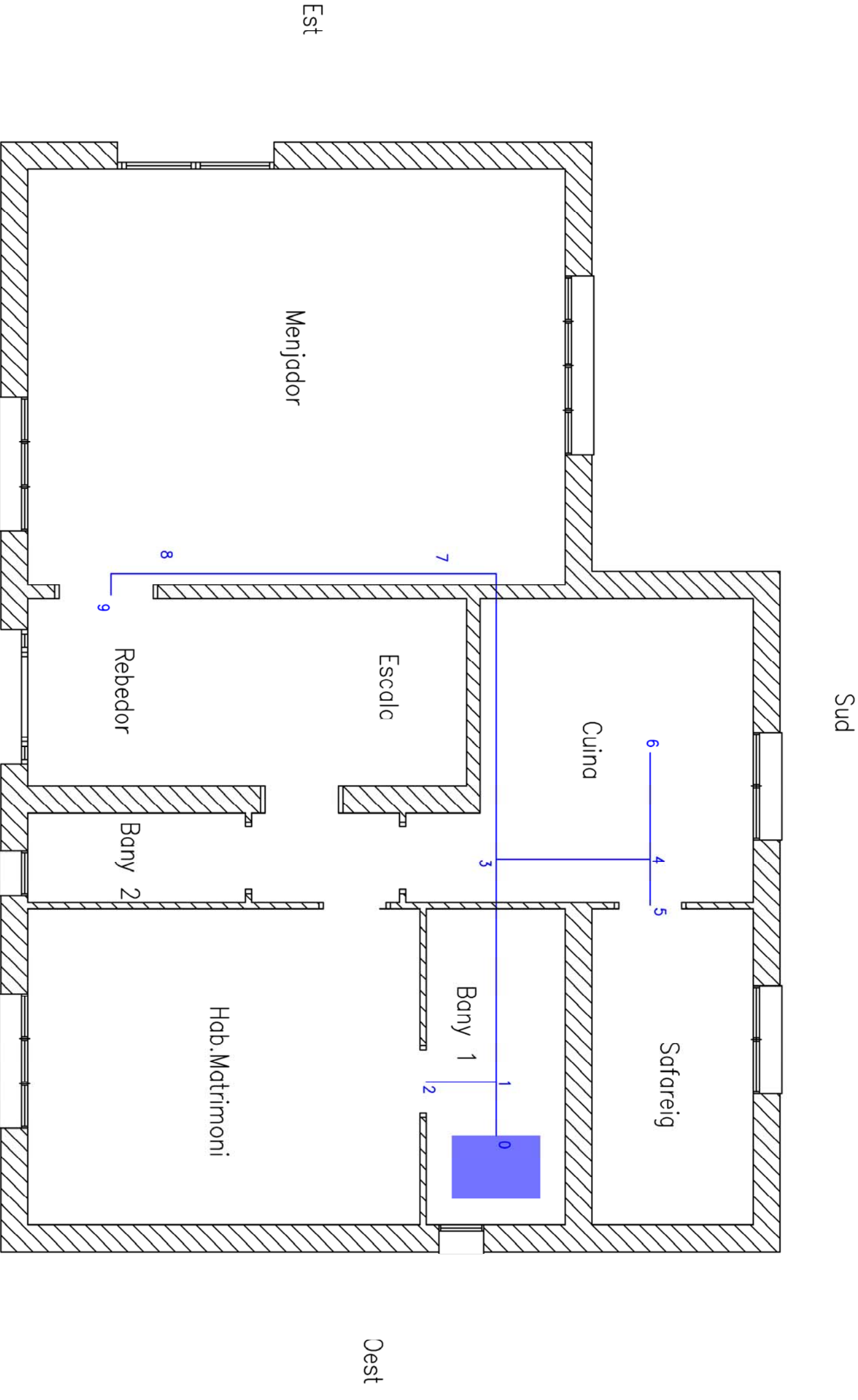
b = 24 cm
c = 32 cm

Nord

Circuit 6	Habitació Doble 1
Circuit 7	Habitació Doble 2
Circuit 8	Habitació Doble 3 i Passadís
Circuit 9	Vestidor i Bany 3

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Macanilla Alberto Vázquez	
Comprovat	26/06/07	Cristina Solé	

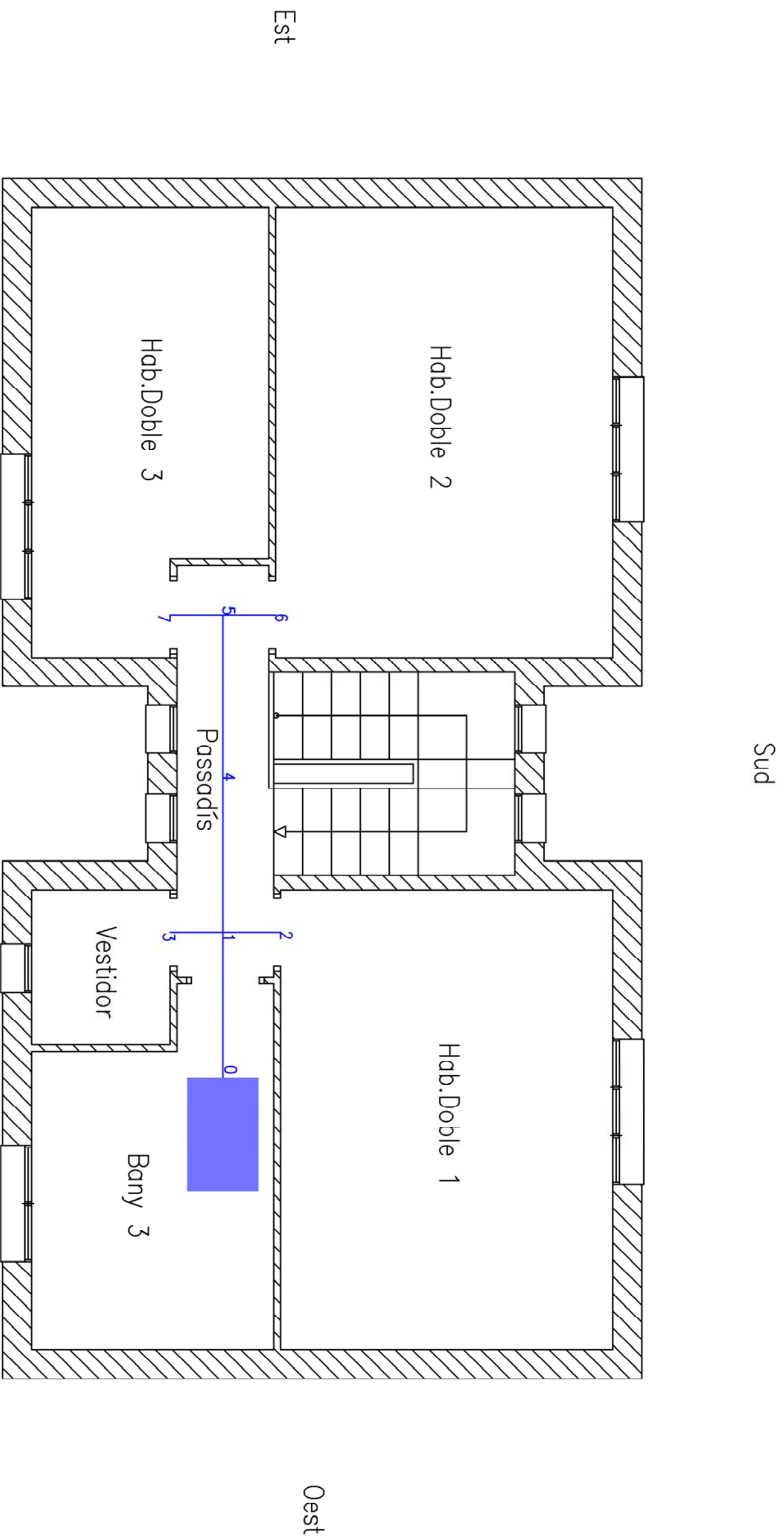
ESCALA	Planta Baixa	Nº PLÀNOL
1 / 50		





SIMBOLLOGIA	
Equip de refrigeració	
Conductes de fred	

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Macanilla Alberto Váñez	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solé	

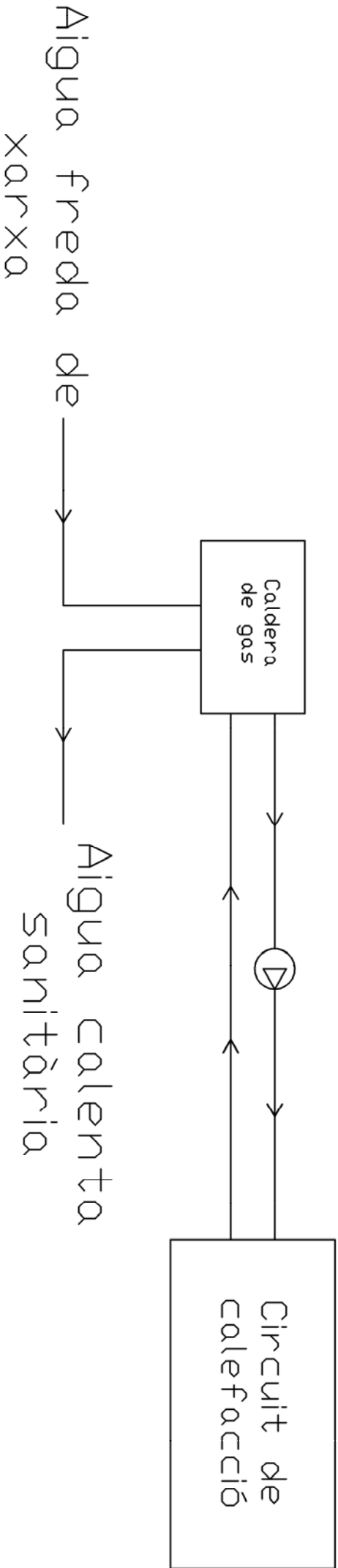
ESCALA	Distribució conductes de fred planta baixa	Nº PLÀNOL 14 / 27
1 / 50		



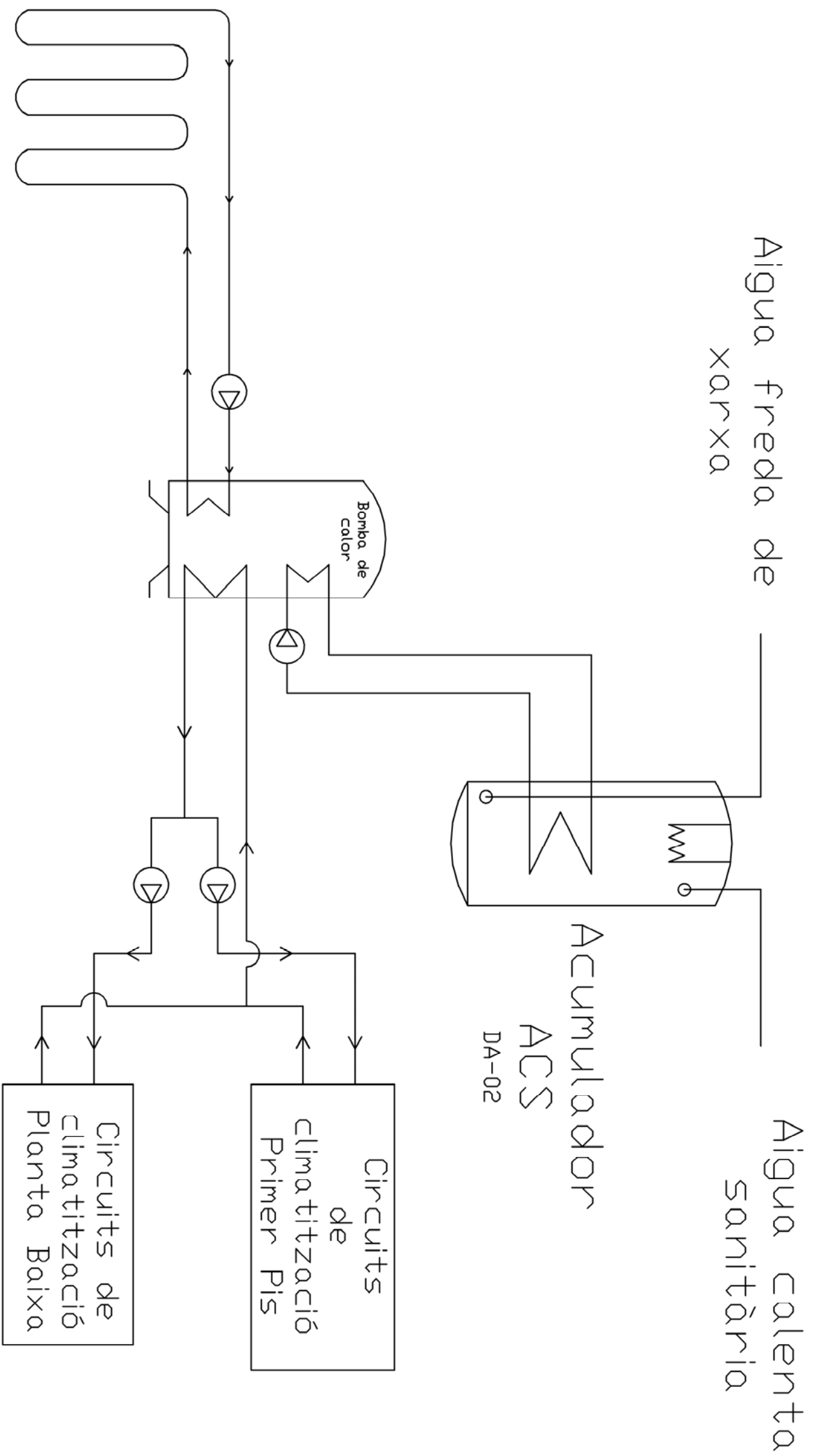
SIMBOL·LOGIA	
Equip de refrigeració	
Conductes de fred	

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oriol Mazonella Alberto Vilaz	
Comprovat	26/06/07	Cecilia Solé	

ESCALA 1 / 50	Distribució conductes de fred planta primera	Nº PLÀNOL 15 /27
------------------	--	---------------------

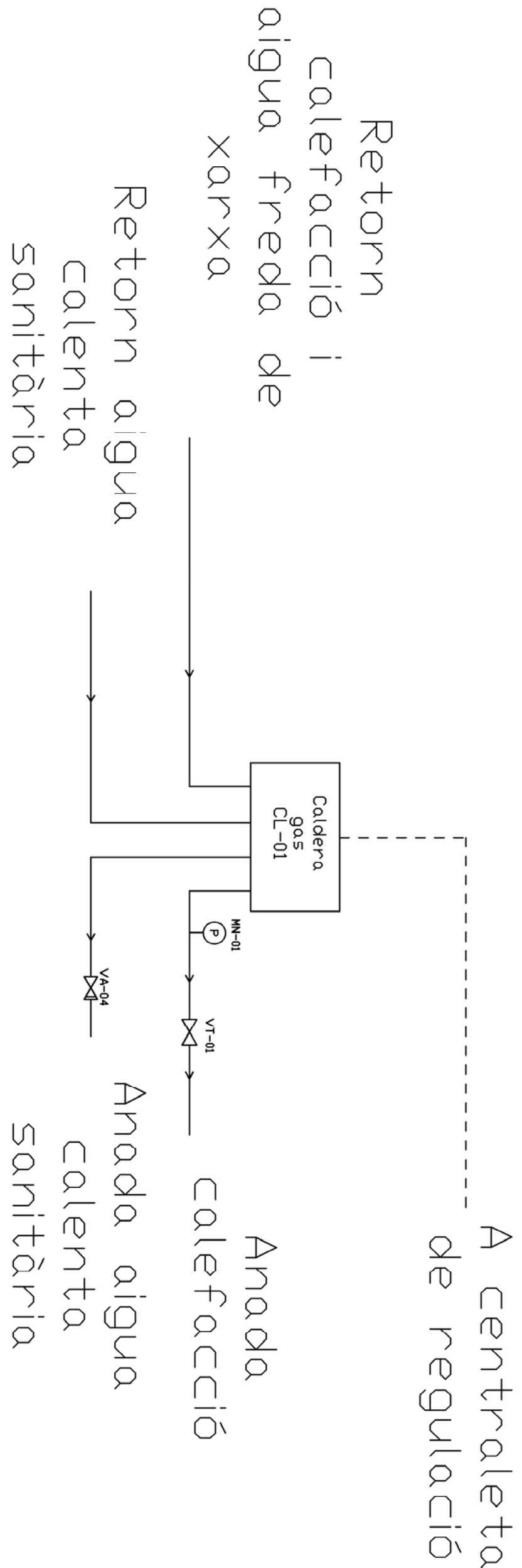


	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oriel Macenilla Alberto Vázquez	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solà	
ESCALA Sense escala	Diagrama procés instal·lació convencional		Nº PLÀNOL 16 / 27



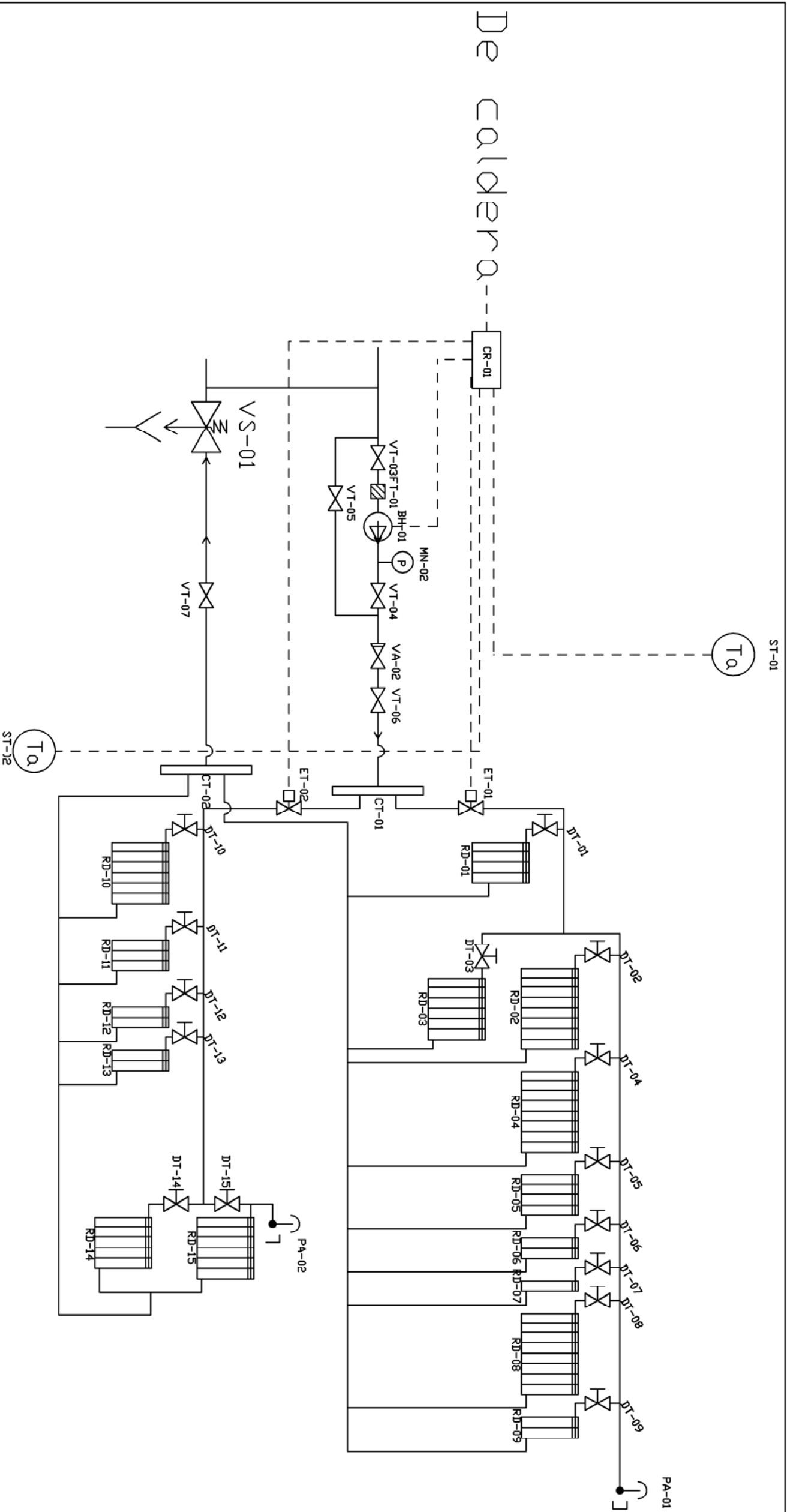
	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oriol Mecerilla Alberto Vilaz	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solé	

ESCALA Sense escala	Diagrama procés instal·lació geotèrmica	Nº PLÀNOL 17 / 27
------------------------	---	----------------------



SIMBOLLOGIA		
Mandòmetre		Vàlvula antiretorn
Caldera de gas		Vàlvula de tall

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oriol Mascaró Alberto Vázquez	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solé	
ESCALA Sense escala			
Diagrama d'enginyeria Zona 1			Nº PLÀNOL 18/ 27



SIMBOLLOGIA	
	Bomba de circulació
	Purgador aire
	Manòmetre
	Sonda de temperatura ambient
	Centraleta de regulació
	Detentor
	Valvula de seguretat
	Filtre

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Macanilla Alberto Vilaz	
Comprovat	26/06/07	Claudia Solé	

ESCALA Sense escala	Diagrama d'enginyeria Zona 2	Nº PLÀNOL 19 / 27
---------------------------	---------------------------------	----------------------

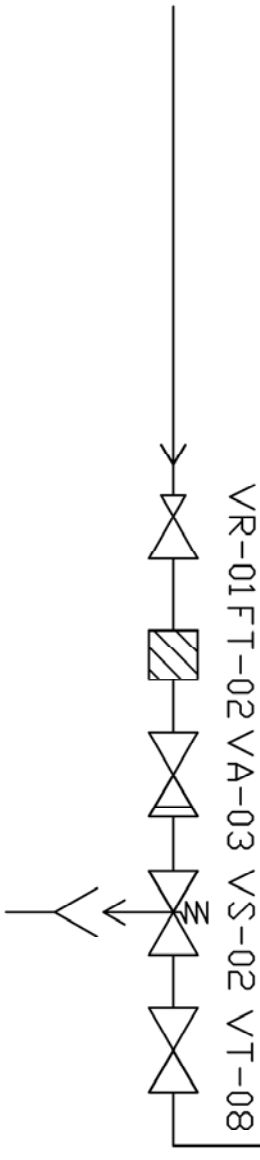
A caldera de gas



Retorn calefacció

Aigua freda de

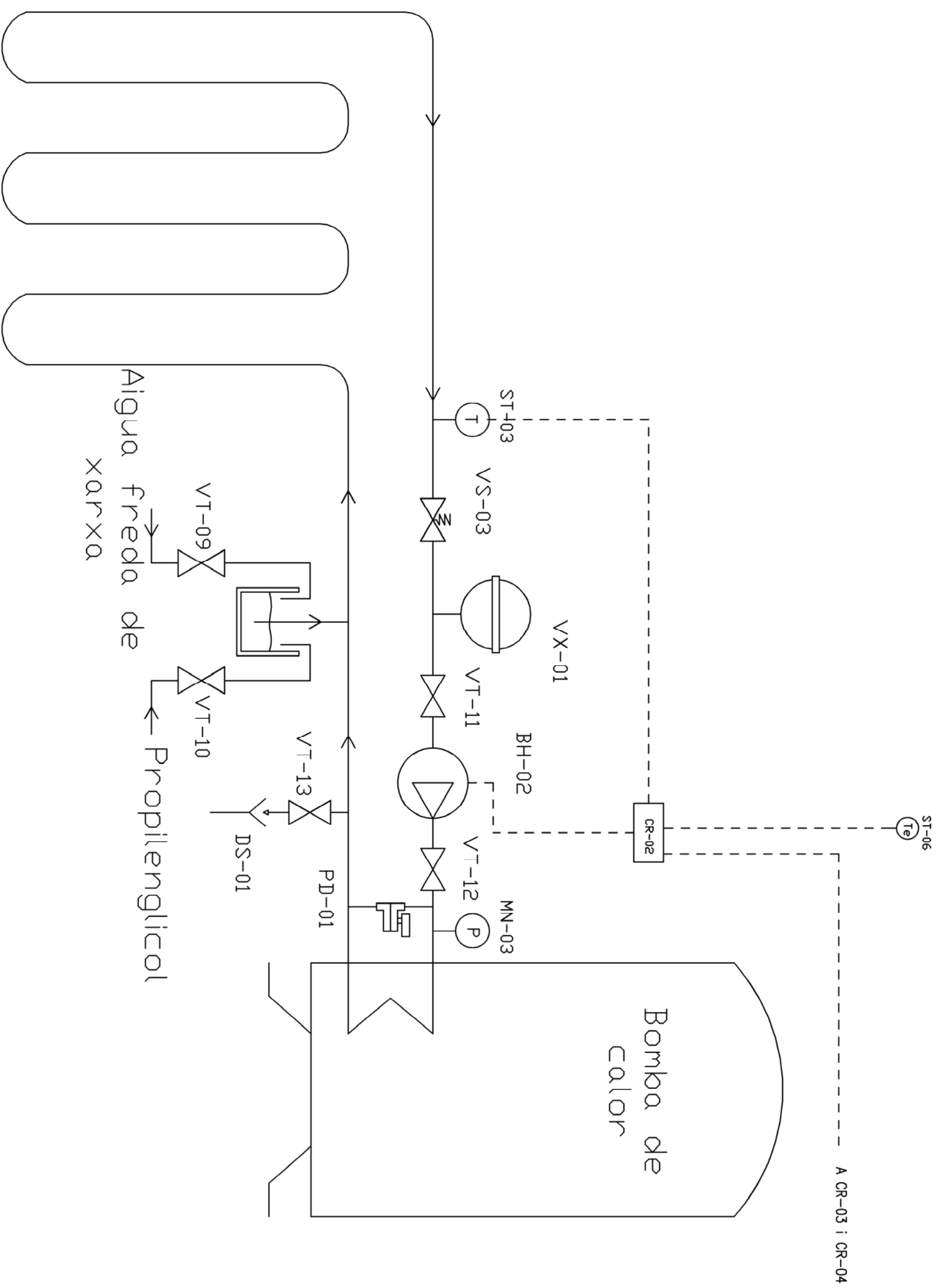
XARXA



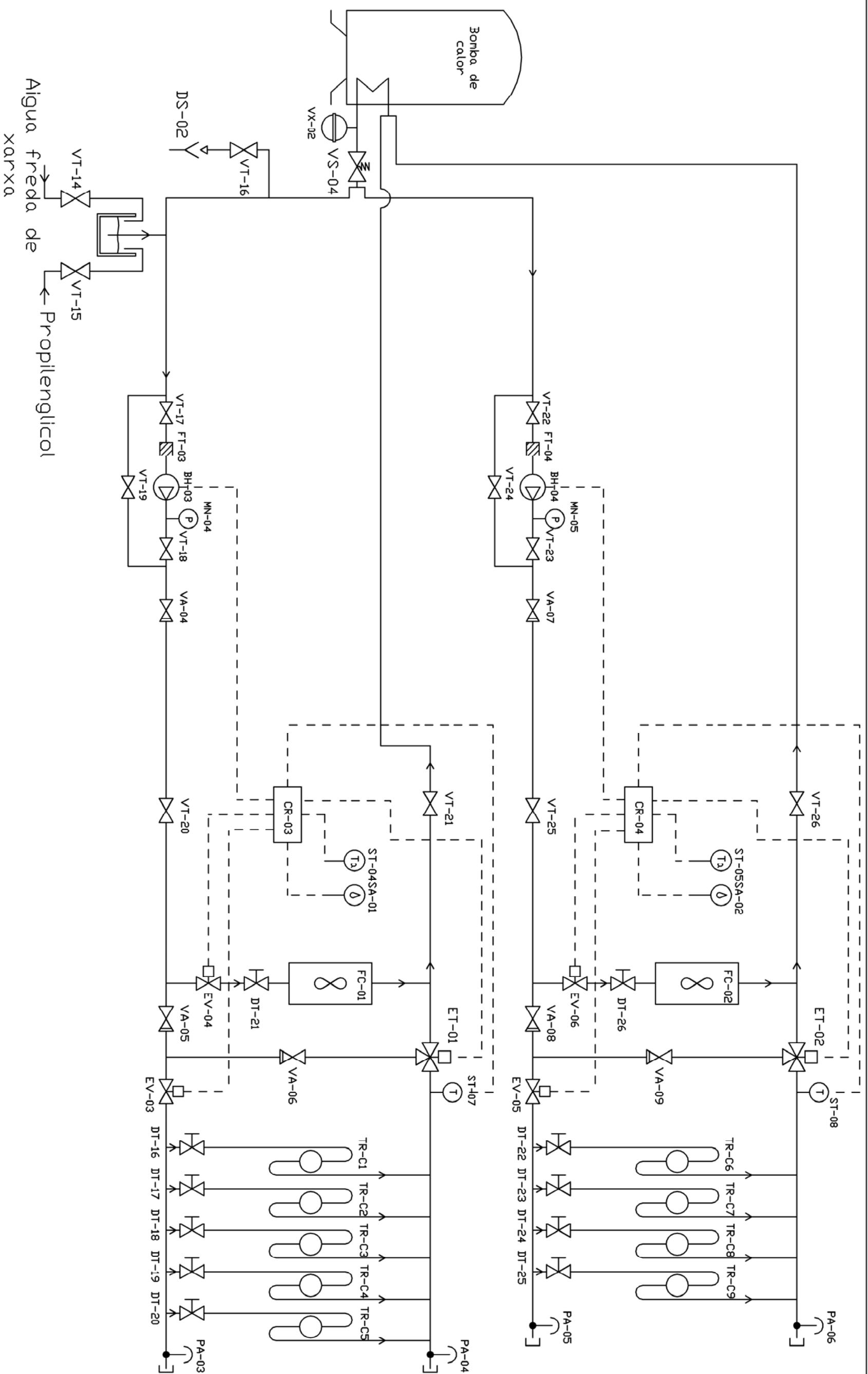
SIMBOLLOGIA	
Vàlvula de seguretat	
Filtre	
Vàlvula antiretorn	
Vàlvula reductora de pressió	
Vàlvula de tall	

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Oribel Macenilla Alberto Vázquez	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solís	

ESCALA Sense escala	Diagrama enginyeria ZONA 3	Nº PLÀNOL 20 / 27
---------------------------	-------------------------------	----------------------



	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	
Dibuixat	11/01/07	Odiol Mascarilla Alberto Váñez		
Comprovat	26/06/07	Claudia Solé		

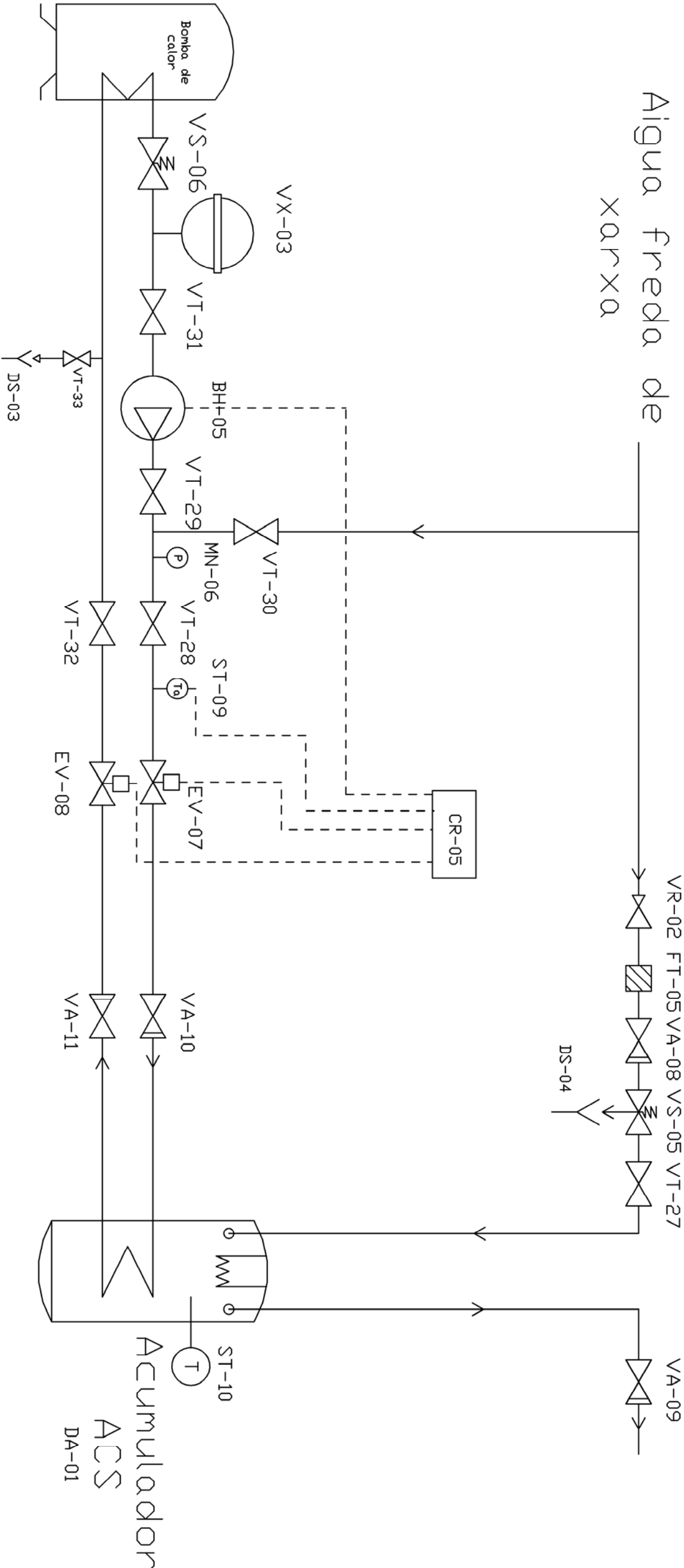


	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Mascarilla Alberto Vilaz	
Comprovat	26/06/07	Claudia Solé	

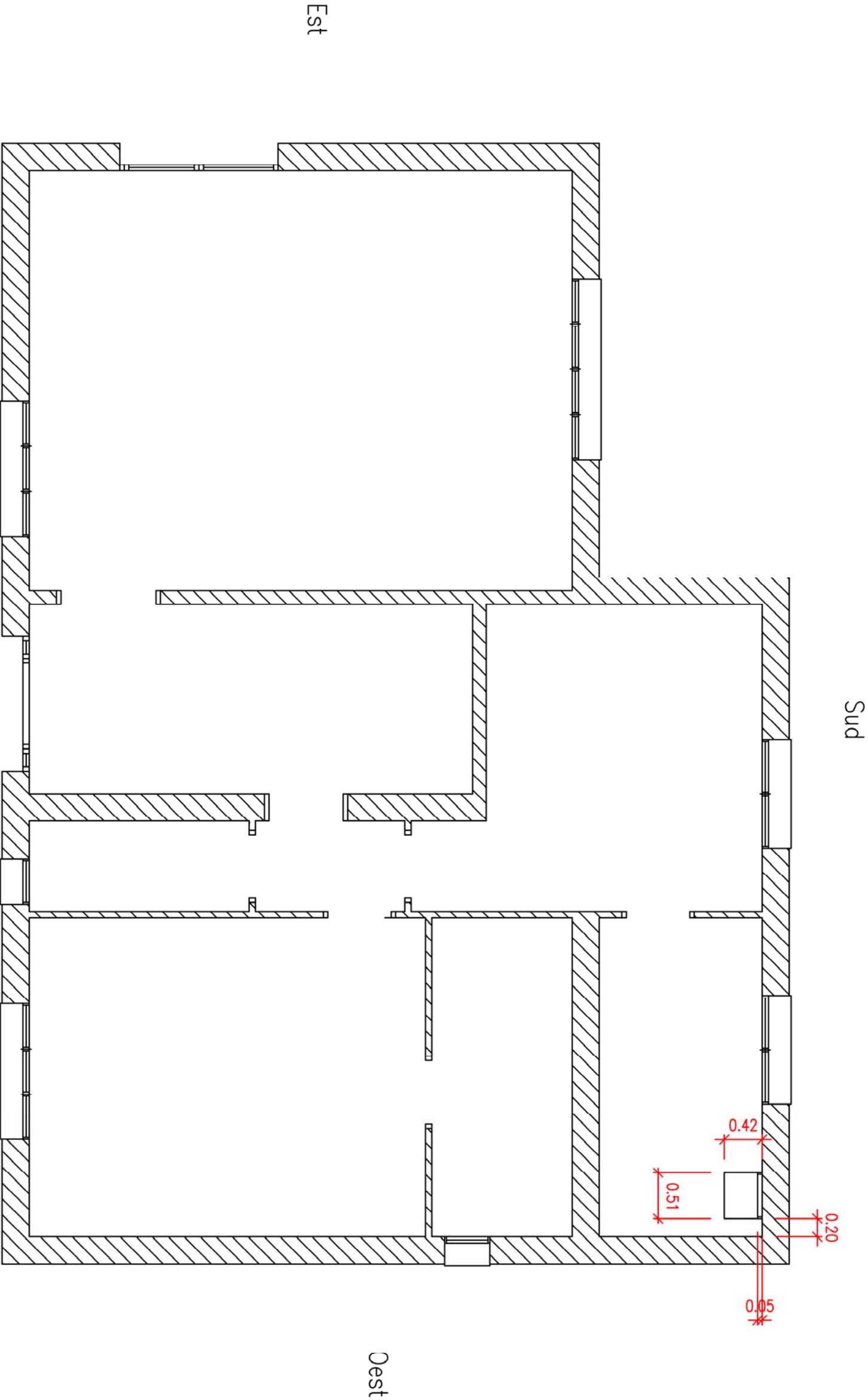
ESCALA Sense escala	Diagrama enginyeria ZONA 2 instal·lació geotèrmica	Nº PLÀNOL 22 / 27
---------------------------	---	----------------------

Aigua calenta
sanitària

Aigua freda de
XARXA

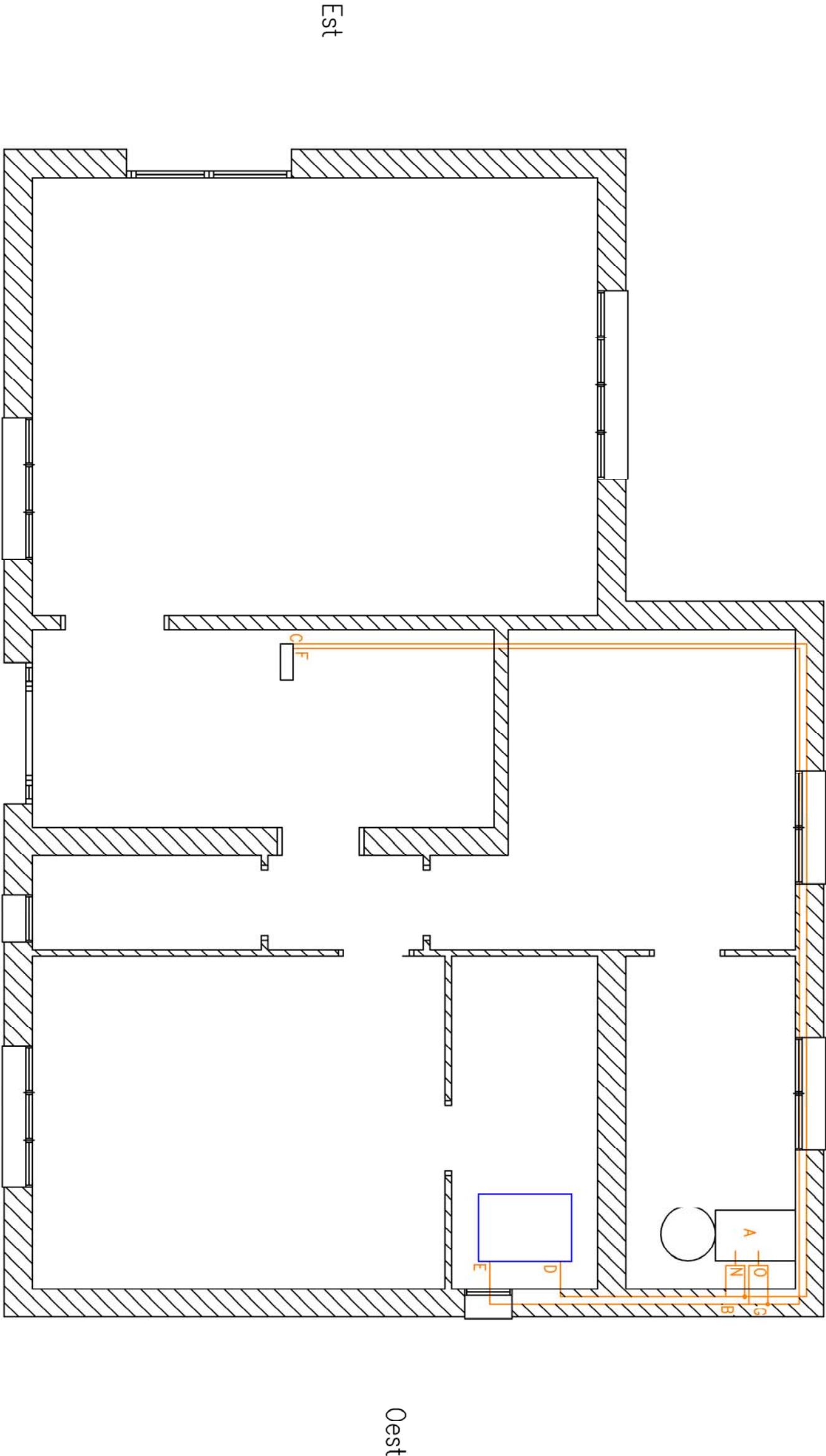


	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Macanilla Alberto Vález	
Comprovat	26/06/07	Claudia Solé	



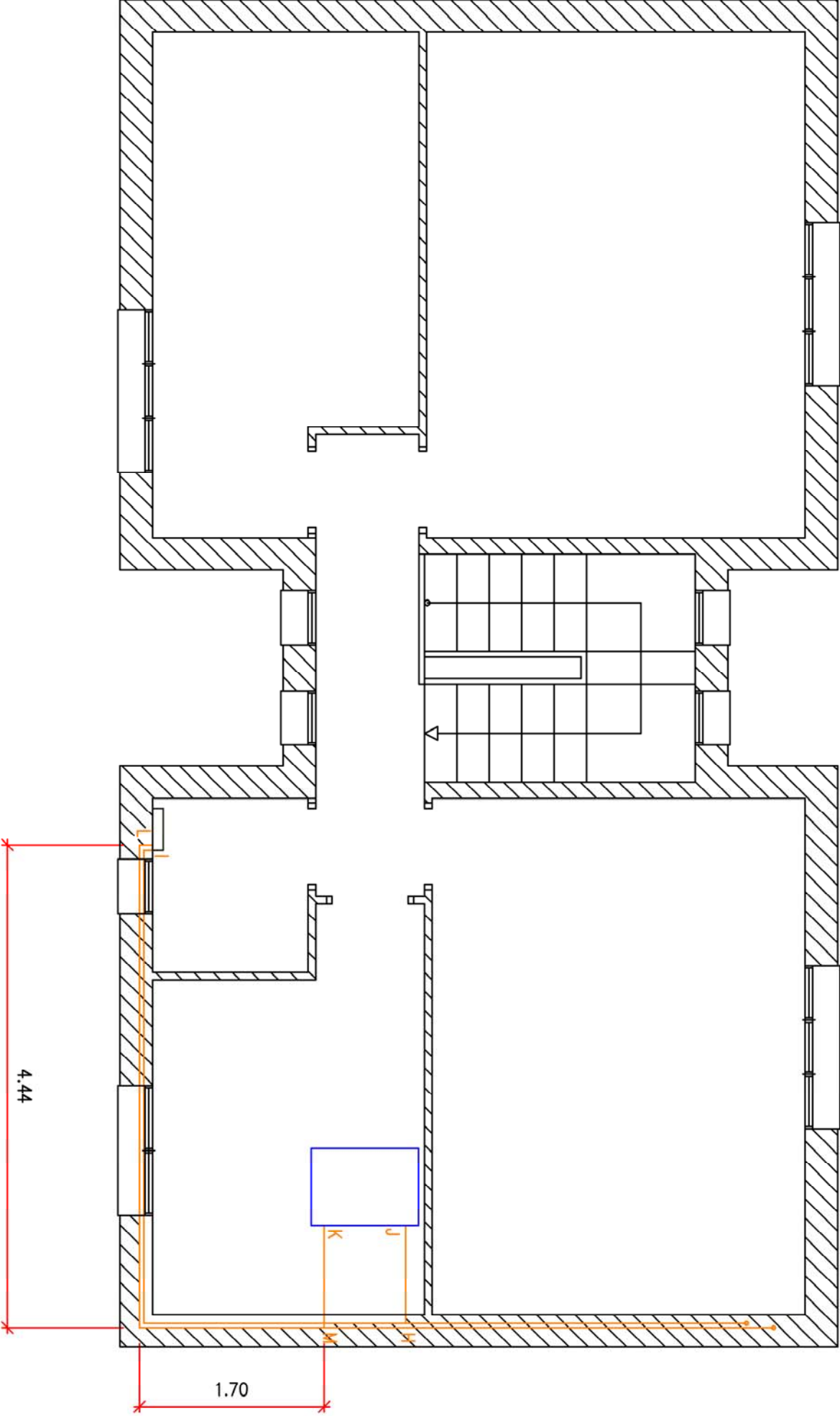
	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	
Dibuixat	11/01/07	Odiol Macomilla Alberto Vilaz		
Comprovat	26/06/07	Claudia Solé		
ESCALA 1 / 50	Instal·lació de la caldera de la instal·lació convencional		Nº PLÀNOL 24 / 27	

Sud



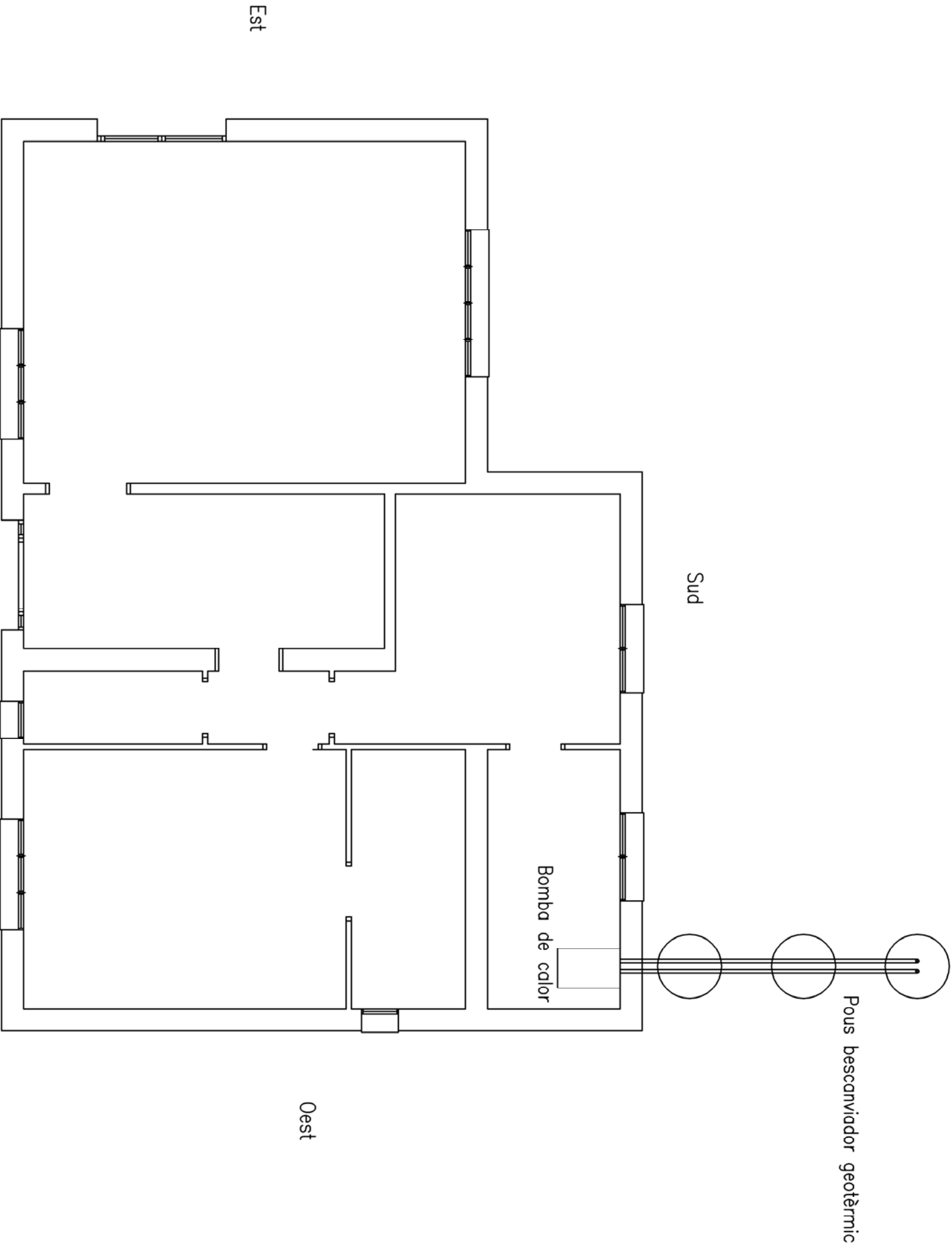
SIMBOL·LOGIA	
Fan-coil	
Canonades de distribució	
Bomba de calor	
Dipòsit ACS	

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Mascarilla Alberto Vilar	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solé	
Instal·lacions safareig i canonades de distribució instal·lació geotèrmica planta baixa			
Nº PLÀNOL 25 / 27			



SIMBOL·LOGIA	
Fan-coil	
Canonades de distribució	

	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	
Dibuixat	11/01/07	Oriol Macanilla Alberto Vilaz		
Comprovat	26/06/07	Cristian Solà		
ESCALA 1 / 50	Instal·lacions safareig i canonades de distribució instal·lació geotèrmica planta primera			Nº PLÀNOL 26 / 27



	Data	Nom	Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge
Dibuixat	11/01/07	Odiol Mecerilla Alberto Váñez	
Comprovat	26/06/07	Cristian Solís	

ESCALA	Situació bescanviador geotèrmic	Nº PLÀNOL
1 / 50		



4

PLEC DE CONDICIONS



INDEX DEL PLEC DE CONDICIONS

ÍNDIX DEL PLEC DE CONDICIONS.....	543
4.1 NORMATIVA.....	545
4.2 MANTENIMENT I POSTA EN MARXA DE LA INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL.....	546
4.2.1 Bomba de circulació.....	546
4.2.1.1 Manteniment.....	546
4.2.1.2 Posta en marxa.....	547
4.2.2 Manteniment de les unitats terminals (radiadors).....	548
4.2.3 Manteniment de les canonades.....	550
4.2.4 Manteniment de les vàlvules.....	555
4.2.5 Protecció contra el gel i la falta de circulació d'aigua.....	555
4.2.6 Manteniment dels equips de refrigeració.....	557
4.2.6.1 Posta en marxa.....	557
4.2.6.2 Manteniment.....	557
4.2.6.3 Canvi de temporada.....	558
4.3 FULLS D'ESPECIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL.....	559
4.4 MANTENIMENT I POSTA EN MARXA DE LA INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA.....	582
4.4.1 Manteniment i posta en marxa de la bomba de calor.....	582
4.4.1.1 Posta en marxa.....	582
4.4.1.2 Manteniment.....	584
4.4.1.3 Control i causes d'avaries.....	584
4.4.1.4 Canvi de temporada.....	584
4.4.2 Manteniment i posta en marxa de les bombes de circulació.....	584
4.4.2.1 Posta en marxa.....	586
4.4.2.2 Manteniment.....	586
4.4.2.3 Canvi de temporada.....	588



4.4.3 Manteniment i posta en marxa del terra radiant.....	588
4.4.3.1 Posta en marxa.....	588
4.4.3.2 Manteniment.....	590
4.4.3.3 Canvi de temporada.....	591
4.4.4 Manteniment i posta en marxa dels fancoils.....	592
4.4.4.1 Posta en marxa.....	592
4.4.4.2 Manteniment.....	593
4.4.4.3 Canvi de temporada.....	593
4.4.5 Manteniment de les vàlvules.....	594
4.5 FULLS D'ESPECIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA.....	595

4.1 NORMATIVA

Les instal·lacions projectades han de complir les normes i reglaments que es descriuen a continuació i, a més a més, la reglamentació vigent en el moment de la realització de l'obra.

Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) i les seves Instrucciones Técnicas Complementarias

UNE 157001:2002 Criteris generals per l'elaboració de projectes, i les corresponents normes de consulta interiors.

Normes UNE-EN ISO de dibuix tècnic.

UNE 100010:1989 Pruebas de ajuste y equilibrado

UNE 100151:1988 Climatización. Pruebas de estanqueidad de redes de tuberías

UNE 100030 IN Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.

Normas básicas para las Instalaciones interiores de subministros de Agua (NIA).



4.2. MANTENIMENT I POSTA EN MARXA DE LA INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL

4.2.1. Bomba de circulació

Aquest apartat fa referència al manteniment de la bombes de circulació BH-01. La bomba de circulació pertany a la zona 2, és a dir, al circuit de calefacció.

4.2.1.1 Manteniment

El tancament mecànic no requereix cap mena de manteniment. Durant la fase de rodatge pot gotejar lleugerament. No obstant, cal supervisar-la de tant en tant per comprovar que no existeixi cap fuga d'importància.

En cas de buidat parcial o total de la instal·lació, cal buidar completament la bomba per evitar fenòmens de bloqueig. Cal tenir cura de no malmetre la junta tòrica del cos de la bomba al realitzar les operacions de manteniment.

En cas de que sigui necessari canviar el tancament mecànic de la bomba, en primer lloc cal desconnectar-la de l'alimentació elèctrica i assegurar-se que ningú pugui tornar a connectar-la involuntàriament.

Després es procedirà seguint els següents passos:

- Tancar les vàlvules de tall de davant i darrere de la bomba.
- Desembornar el motor (si el fil és tan curt que no permet el desmuntatge).



- Desenroscar els cargols de la brida del motor i extreure aquest últim.
- Treure el cargol i l'arandela dentada.
- Extreure el rodet de l'eix.
- Extreure el tancament mecànic amb la camisa de l'eix i la junta tòrica.
- Treure l'anell fix de la brida del motor i netejar la superfície del seient.
- Netejar amb cura la superfície de recolzament de l'eix. Si l'eix està malmès, cal canviar-lo.
- Introduir un nou anell fix amb el seu corresponent suport de goma nova, utilitzant sabó convencional com a lubricant.
- Posar una junta tòrica nova en la corresponent ranura de la nova camisa i fer córrer aquesta última amb el nou tancament mecànic sobre l'eix fins al topall. La camisa i el tancament mecànic estan premuntats i no s'han de separar.
- Tornar a muntar el rodet amb l'arandela dentada i el cargol.
- Tornar a introduir el conjunt motor-rodet a la carcassa de la bomba, col·locar una junta plana nova i apretar els cargols.

Els rodaments no requereixen manteniment, però en cas que aquests produeixin sorolls o vibracions anormals, caldrà substituir-los ja que marcarien desgast.

4.2.1.2 Posta en marxa

En la posta en marxa s'ha d'omplir i purgar adequadament la bomba i les conduccions d'aspiració i impulsió. Cal purgar la bomba mitjançant el cargol de purga i parar compte en no fer funcionar la bomba en sec per tal de no malmetre el tancament mecànic.



Per tal d'evitar sorolls i possibles danys de la bomba degut a la cavitació, s'ha de tenir a la l'entrada de la bomba una pressió mínima d'aspiració. Aquesta pressió depèn de la situació de treball, així com el punt de treball de la bomba. Els paràmetres fonamentals per determinar la pressió mínima d'aspiració son el valor NPSH de la bomba en el seu punt de treball i la pressió de vapor del medi d'impulsió.

S'ha de connectar la bomba breument per comprovar si el sentit de gir coincideix amb el de la fletxa de la carcassa de la bomba. Si no coincideix cal procedir de la següent forma:

- En cas d'arrencada directe → cal intercanviar les fases en el taulell dels borns del motor
- En cas d'arrencada estrella-triangle → cal intercanviar en el taulell dels borns del motor el principi i final de dos bobines.

Un cop connectada, cal comprovar mitjançant les lectures del manòmetres que la pressió s'adequa als valors de la memòria.

4.2.2 Manteniment de les unitats terminals (radiadors)

L'adaptació de l'emissió energètica d'un radiador a les necessitats del local on està instal·lat es pot millorar amb la utilització de vàlvules termostàtiques, i encara millor amb la utilització de les de doble reglatge, que presenten l'avantatge de poder realitzar una regulació prèvia i fixa del cabal del fluid que passa pel radiador. Anualment s'ha de netejar cuidadosament, junt amb les vàlvules normals de tancament, per evitar el tan freqüent agarrotament.

Els radiadors, fan-coils i altres unitats terminals es munten de manera que les possibles bosses d'aire que s'acumulen puguin ser eliminades naturalment fins a la xarxa de

distribució. Però a pesar d'aquest tipus de muntatge, aquestes unitats terminals es munten purgadors, que s'utilitzen en cada posada en funcionament per eliminar les possibles bosses d'aire, com durant el funcionament normal de la instal·lació es pot desprendre més aire del dissolt al fluid, es convenient establir un programa mensual de purgat de les unitats terminals, ja que l'existència de bosses d'aire provoca una reducció del cabal que passa per la unitat, que es tradueix en una pèrdua d'emissió calorífica.

Abans de procedir a la unió d'una unitat terminal a la xarxa, s'ha de realitzar la seva neteja a fons i ficar atenció a la seva connexió, ja que les cascarilles de metalls més nobles que el ferro, procedents de les rosques de les vàlvules, poden produir l'aparició de fugues d'aigua.

Quan la unitat terminal presenta inconvenients a la seva emissió, pot venir provocat per bosses d'aire al seu interior que es resol purgant, o bé obstrucció a l'escomesa, en aquest cas s'ha de desarmar la unitat. Quan el problema es presenta en totes les unitats d'una columna, la causa més normal és l'obstrucció de la columna, o bé un desequilibri de cabals. En els dos casos es detecten perquè la temperatura de retorn de la columna és més baixa que la temperatura normal de retorn.

Quan es realitzen reparacions en unitats terminals que no tinguin instal·lats detentors i per lo tant per realitzar el treball es necessita buidar la instal·lació, es recomana aprofitar l'ocasió per instal·lar-los amb vistes a futures reparacions.

Un cop a l'any s'ha de realitzar la neteja de l'exterior de totes les unitats terminals amb objecte d'eliminar el pols dipositat, amb el que s'aconsegueix la desaparició d'olors i una millora de la circulació de l'aire, seguit d'una revisió de les temperatures de consigna dels termòmetres d'ambient, comprovant el funcionament dels inversors estiu-hivern.

4.2.3 Manteniment de les canonades

Les canonades tenen per missió establir una xarxa que permeti la circulació del fluid caloportador des de la central de producció de fred o calor fins les unitats terminals i el retorn a aquella un cop cedida o absorbida la quantitat de calor precisa. Els materials més usualment utilitzats en climatització són l'acer negre, acer galvanitzat, coure, PVC, plàstics especials (polietilè, etc.), multicapa.

El bon funcionament d'una xarxa de canonades pot ser afectat pels següents factors:

- Corrosió
- Incrustacions
- Cops d'ariet
- Estanquitat
- Suports
- Dilatacions
- Aïllament tèrmic

A continuació s'examinarà detalladament cada un dels factors anteriorment anomenats.

Corrosió

Representa el major problema de manteniment d'una xarxa de tuberies, quan aquestes són construïdes amb materials metàl·lics, en particular acer negre o galvanitzat. La corrosió interior està motivada fonamentalment pel oxigen dissolt a l'aigua.

Lògicament en circuits tancats hermèticament la corrosió s'acaba ràpidament al consumir-se l'oxigen present en l'aigua, però, en circuits oberts la corrosió continua a l'aportar-se contínuament oxigen, fins arribar a la perforació de la canonada.

En el camp de la climatització no existeixen circuits hermèticament tancats, ja que existeixen pèrdues d'aigua a través de premses, unions, purgues, etc., però en circuits d'aigua refrigerada o calenta no es presenten usualment grans problemes de corrosió.



Si la canonada està enterrada, està exposada a corrosió, en especial si el terreny és humit i de naturalesa àcida. Ha d'estar aïllada del terreny per mitjà de suports o enfundada amb una coberta estanca a l'aigua. En ambdós casos és preceptiu que la galeria per on passi la canonada estigui convenientment drenada.

En quant a la corrosió provocada per corrents elèctriques, pot eliminar-se mitjançant l'adequada protecció catòdica de la canonada, utilitzant-se usualment ànodes de sacrifici.

Incrustacions

Si les pèrdues d'aigua en una instal·lació són importants i l'aigua de reposició conté en gran quantitat sals de calci i magnesi, es produeixen a les canonades i elements del circuit, en particular en els llocs en que existeix escalfament del fluid, incrustacions que van obstruint poc a poc la canonades. Per eliminar els efectes nocius provocats, el més eficaç és actuar sobre la causa que fa necessària la introducció de l'aigua de reposició.

En determinades ocasions, cas de circuits oberts, com el d'aigua sanitària, o semioberts, com torres de refrigeració o condensadors evaporatius, on no es pot evitar l'entrada d'aigua de reposició, l'única forma d'evitar les incrustacions és el tractament de l'aigua, abans de la seva introducció al circuit, mitjançant les operacions que siguin descrites posteriorment.

Si per falta de tractament d'aigua o un inadequat manteniment es produeix incrustacions en un circuit, poden ser eliminades mitjançant mètodes mecànics o químics. Els primers poden realitzar-se només en aquelles parts de la instal·lació que puguin ser accessibles, realitzant-se normalment la neteja mitjançant escombretes d'acer, ja sigui de forma natural o automàtica. En moltes ocasions, la neteja interior d'una xarxa de tuberies es realitza mitjançant una solució àcida conjuntament amb substàncies inhibidores, que es bombegen a través del circuit amb característiques controlades de concentració, temperatura, temps de permanència, etc.

A continuació s'elimina la solució àcida del circuit, introduint-se posteriorment un neutralitzant i acabant l'operació amb un neteja d'aigua neta.

Una altra manera per realitzar el tractament de les incrustacions existents en un circuit i evitar la seva formació és l'anomenat tractament magnètic, consistent en la inserció al circuit d'un tram de canonada de longitud variable previst d'un iman permanent o un electroimant, que produeix un camp magnètic radial o longitudinal que modifica l'estructura molecular de les sals dissoltes, dipositant en forma de bosses, fàcilment eliminables a les zones de menor velocitat de l'aigua. Aquest tractament actua també sobre les incrustacions existents abans de la col·locació del camp magnètic, despegant-les de les superfícies interiors i facilitant la seva eliminació.

S'ha de recordar que les incrustacions, apart de reduir la secció lliure de pas de les canonades i elements dels circuits, produeixen un efecte d'aïllament tèrmic que redueix el bescanvi tèrmic tant de generadors com d'unitats terminals, que en determinades ocasions pot donar lloc fins i tot a la destrucció de l'equip per sobreescalfament, com és el cas de calderes. En tot cas, les incrustacions es tradueixen sempre en un major consum energètic i una disminució del calor útil transferit, a més d'una disminució de la vida útil de la instal·lació.

Cops d'ariet

En les instal·lacions d'aigua sanitària, així com en xarxa de distribució de vapor, es presenta amb freqüència el fenomen conegut amb el nom de cop d'ariet, que té lloc quan una corrent líquida canvia bruscament de velocitat. Si el fenomen es produeix a causa del tancament ràpid d'una vàlvula s'ha de col·locar un limitador de la velocitat de tancament o instal·lar-se cambres d'aire per absorbir les sobrepressions produïdes a la xarxa, essent l'estudi i dimensionat d'aquestes últimes bastant dificultoses.



Estanquitat

Una xarxa de canonades ha de ser estanca al llarg de la seva vida útil, a fi de reduir el consum d'aigua i el cost del corresponent tractament a l'aigua de reposició. Per aconseguir l'estanquitat és fonamental la unió de tuberies i elements de la xarxa, que pugui realitzar-se mitjançant unions roscades, amb brides o soldadures.

El primer cas, que s'utilitza usualment per diàmetres de fins 40 mm, si aquestes unions no estan perfectament executades, poden donar lloc a pèrdues molt importants de fluid.

La unió per brides està constituïda per dos brides, la corresponent junta i els cargols de subjecció i tancament. Com és lògic, les dos brides han d'estar construïdes sota les especificacions d'una mateixa norma i dimensionar-se per la màxima pressió de treball del sistema.

Les juntes per la seva part poden ser de goma o de mescles amb amiant (en el camp de la climatització), les primeres temperatures poden suportar del ordre de 120°C i les segones poden arribar a temperatures pròximes als 400°C.

Un punt important és la pressió que s'ha d'exercir sobre la junta, ja que d'ella depèn realment l'estanquitat del sistema. A les juntes de goma s'ha d'arribar, almenys, pressions de 275 bars i de 800 bars per les d'amiant.

Suports i dilatacions

Com s'ha comentat anteriorment, una xarxa de tuberies ha d'estar correctament suportada i ser lliure de dilatar-se o contraure's amb les variacions de temperatura. Els punts fixes han d'estar anclats fortament a l'estructura de l'edifici, instal·lant-se entre cada dos punt fixes d'un element que permeti la dilatació o contracció de la tuberia, espaïant-se els suports de manera que no es superi el valor de 0,2% de la fletxa de la canonada.



La lliure dilatació de la canonada entre dos punts fixos, pot aconseguir-se mitjançant la col·locació de rodets entre canonades i suports intermedis, o bé fent flexibles aquests últims mitjançant molles.

És evident que les canonades han d'estar dotades de suports a cada costat dels elements de gran pes que poden anar intercalats a la xarxa, cas de bombes en línia, gran vàlvules, etc.

S'ha de senyalar que molts dels sorolls que es produeixen en una xarxa de canonades, són produïdes per la dilatació, quan no pot tenir lloc lliurement.

Una altra font de soroll pot ser la presència de bosses d'aire al circuit, el que es pot resoldre mitjançant la col·locació de purgadors als punts alts de la xarxa. A pesar d'això, el soroll provocat per un excés de velocitat del fluid a la instal·lació, pot resoldre's únicament augmentant el calibre de les canonades.

S'ha de parlar especial atenció a la col·locació de suports a les canonades de plàstic, ja que la dilatació d'aquest tipus de material és molt superior al de les canonades d'acer, a igualtat de condicions de funcionament.

Aïllament tèrmic

L'aïllament tèrmic de canonades i equips s'ha de mantenir sempre en condicions òptimes ja que es fonamental per l'estalvi d'energia. Un bon aïllament ha de posseir les següents condicions:

- Espessor i característiques adequades a les temperatures de treball
- Resistir els esforços mecànics normals
- Estar firmament units a la superfície recoberta per aïllament
- Unions ajustades i sobreposades si és de varies capes
- Estar protegit exteriorment de sol·licitacions mecàniques anòmales



- Protecció exterior contra la penetració d'aigua
- Estar protegit amb una barrera antivapor quan el fluid està a temperatures inferiors a l'ambient

Un bon manteniment consisteix fonamentalment a la correcció immediata dels defectes que poden alterar les característiques anteriorment anomenades, així com en aïllar tots aquells elements de la instal·lació que no ho estiguin, essent convenient que aquests aïllaments siguin desmontables a fi de poder procedir a una eventual reparació d'aquest elements sense necessitat de danyar irreparablement l'aïllament.

4.2.4 Manteniment de les vàlvules

El manteniment dels diferents tipus de vàlvules és molt senzill, consisteix essencialment en les següents operacions:

- Lubricar la rosca del cargol
- Canviar l'empaquetadura
- Canviar la junta del seient
- Esmerilar l'obturador sobre el seient

Normalment aquestes operacions poden realitzar-se sense la necessitat de desmuntar el cos de la vàlvula de la canonada.

4.2.5 Protecció contra el gel i la falta de circulació d'aigua

Per aconseguir evitar la formació de gel al circuit, motivat per les condicions climatològiques externes s'utilitzen comunment tres solucions diferents:

1. Buidar l'aigua de la instal·lació



2. Introduir substàncies anticongelants, fins baixar el punt de solidificació de la mescla fins a temperatures extremes que no s'arribin normalment a l'ambient exterior
3. Escalfar l'entorn de l'equip o canonada a temperatura superior a la de congelació del fluid caloportador

La primera solució no garanteix un drenatge complet, donat que les canonades són normalment llargues i de petit diàmetre, i no poden dissenyar-se les bateries amb pendent fins a un punt de buidat, per lo que només poden aconseguir-se, en moltes ocasions, el buidat complet amb la injecció d'aire comprimit.

Pel que fa a la segona solució, l'addició de substàncies anticongelants s'ha de tenir molt present que la seva introducció al circuit redueix el coeficient de transmissió de calor, a part que augmenta la potència absorbida per la bomba.

L'última solució representa un desaprofitament energètic important; en el cas de canonades pot utilitzar-se una resistència elèctrica, tipus cable o cinta enrotllada sobre la canonada i per davall de l'aïllament.

Els dispositius de protecció contra el gel s'han de considerar com l'última protecció de l'equip, pel que aquest no ha d'estar mai forçat a funcionar quan s'ha disparat el dispositiu de seguretat. En qualsevol cas, els dispositius de seguretat s'han de rearmar manualment i abans de ficar en funcionament la instal·lació s'ha d'esbrinar i corregir la causa que va motivar l'accionament de la protecció; això és vàlid per qualsevol dispositiu de seguretat sigui quina sigui aquesta i per qualsevol equip al que protegeixi.

Els punts d'una instal·lació als que s'ha de prestar atenció especial degut al problema de formació de gel son:

- bateries sobre les que poden circular aire a temperatures inferiors a 0° C
- canonades situades en espais no calefactats o a l'exterior



- vasos d'expansió instal·lats a la coberta dels edificis

S'ha de fer notar que l'aïllament tèrmic solament serveix per retardar la formació de gel, en un temps que depèn evidentment de l'espessor de l'aïllament i de les temperatures exteriors fonamentalment; encara que en climes benignes pot arribar a ser una protecció eficaç.

4.2.6 Manteniment dels equips de refrigeració

4.2.6.1 Posta en marxa

Els equips de refrigeració no precisen de posta en marxa, ja que són elements força senzills. Simplement, abans de connectar-los, caldrà verificar que el dispositiu es troba en perfecte estat i que totes les entrades i sortides d'aire estiguin lliures de qualsevol obstacle per al seu correcte funcionament.

Aquestes simples verificacions s'hauran de realitzar cada vegada que es connecti a l'alimentació elèctrica.

4.2.6.2 Manteniment

És necessari mantenir netes certes parts dels equips de refrigeració com les safates de condensació, els filtres d'aire, les reixetes d'impulsió i expulsió d'aire, etc. per tal d'obtenir un bon rendiment i funcionament de l'equip. En aquest sentit, es recomana canviar el filtre d'aire al menys un cop a l'any.

Periòdicament caldrà verificar que el tub de condensats descarrega amb normalitat cap al desguàs.



4.2.6.3 Canvi de temporada

El funcionament dels equips de refrigeració està previst únicament durant l'estiu, com a sistema de refrigeració. No obstant, l'usuari pot emprar-los a l'hivern si ho desitja.

Centrant-se en el seu funcionament a l'estiu, pel qual han estat dissenyats, els equips de refrigeració es tractaran com si fossin un circuit d'aire independent d'una planta a l'altra pel que fa a la seva regulació. No obstant, estaran condicionats a la lectura del termòstat, de manera que s'interromprà el pas del fluid a través d'ells en cas que la temperatura del local superi la màxima permesa per l'usuari.



4.3 FULLS D'ESPECIFICACIÓ INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL



En aquest apartat s'estableixen les especificacions dels materials i elements constitutius de l'objecte del projecte. Els elements de la instal·lació dels quals s'ha elaborat un full d'especificacions es llisten a continuació:

- Caldera de gas F 30 E (Taula 4.1)
- Radiadors SAHARA 700/80 (Taula 4.2)
- Radiadors SAHARA 800/80 (Taula 4.3)
- Radiadors GARDA 1200 (Taula 4.4)
- Radiadors GARDA 2000 (Taula 4.5)
- Tubs multicapa (Taula 4.6)
- Manòmetre vertical (Taula 4.7)
- Bomba de circulació (Taula 4.8)
- Vàlvula de bola o de tall (Taula 4.9)
- Vàlvula antiretorn (Taula 4.10)
- Vàlvula de seguretat regulable (Taula 4.11)
- Vàlvula reductora de pressió (Taula 4.12)
- Filtre de partícules sòlides (Taula 4.13)
- Electrovàlvula de 2 vies (Taula 4.14)
- Centraleta de regulació (Taula 4.15)
- Reixetes d'impulsió (Taula 4.16)
- Difusors (Taula 4.17)
- Conductes d'aire (Taula 4.18)
- Equip de refrigeració RSN 40M (Taula 4.19)
- Equip de refrigeració RSN 25 (Taula 4.20)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



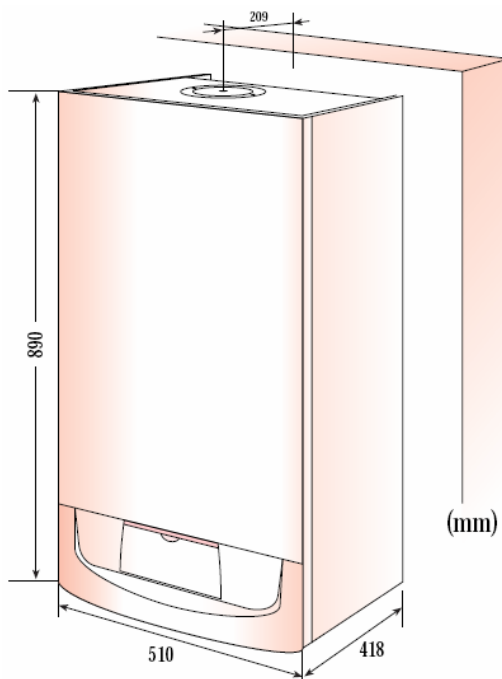
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Caldera Codi: CL-01	Data: 16-04-2007
Funció: caldera de condensació mixta (calefacció+ACS) amb microacumulació i de circuit estanc encarregada de subministrar ACS a la vivenda i aigua calenta al circuit de calefacció.		
Marca comercial: 	Model: ISOFAST CONDENS F 30 E	
Dades tècniques: <i>Calefacció</i> Potència útil a 80°C/60°C franja de regulació: de 4,9 a 22,5 kW Rendiment sobre el P.C.I. a 80°C/60°C: 98% Potència útil a 50°C/30°C franja de regulació: de 5,5 a 24,6 kW Rendiment sobre el P.C.I. a 50°C/30°C: 107% Vas d'expansió, capacitat útil: 10 L Vàlvula de seguretat, P _{màx} de servei: 3 bar <i>Sanitària</i> Potència útil en aigua calenta: de 29,3 a 5,2 kW T _{màx} en aigua calenta: 60°C Cabal mín. De funcionament en sanitari: 1 L/min Cabal instantani (ΔT 25°C): 16,8 L/min Sistema micorfast, capacitat útil: 4 L Vàlvula de seguretat, P _{màx} de servei: 10 bar <i>Combustió</i> Cabal d'aire nou (1013mbar-0°C): 37 m³/h Cabal d'evacuació de gasos cremats: 13,2 g/s Temperatura gasos: 68°C	Esquema/Imatge:  Valor dels productes de la combustió: - CO: 100 ppm - CO ₂ : 9,2 % - NO _x : 16,2 ppm <i>Electricitat</i> Tensió d'alimentació: 230 V Intensitat: 0,9 A Potència màxima absorbida: 206 W Protecció elèctrica: IPX4D	
Materials de construcció:		



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Dimensions(mm):




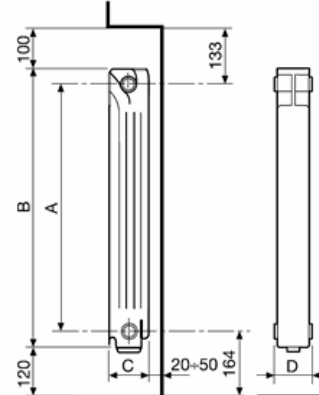
Pes: 51 kg

Taula 4.1. Full d'especificacions de la caldera de gas



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




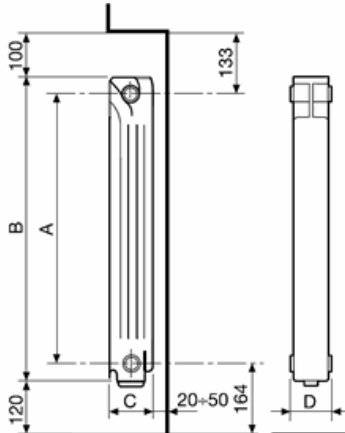
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Radiadors Codi: RD-05, RD-12, RD-13, RD-14.	Data: 16-04-2007
Funció: proporcionar calor a les dependències de la vivenda per crear un ambient confortable per als seus usuaris.		
Marca comercial: fondital	Model: SAHARA 700/80	
Dades tècniques: Pressió de treball fins a 6 bars Temperatura de treball fins a 110°C Acoblament mitjançant maneguets i juntes d'estanqueïtat Muntats i provats a 9 bars Pintura d'acabat amb doble capa Capacitat: 0,46 L Pes: 1,68 kg Emissió calorífica per element i amb Δt=60°C: 189,2 W Emissió calorífica per element i amb Δt=50°C: 148,5 W	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Aleació d'alumini		
Dimensions (mm): A = 700 mm, B = 777 mm, C = 80 mm, D = 80 mm		
		

Taula 4.2. Full d'especificacions dels radiadors



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




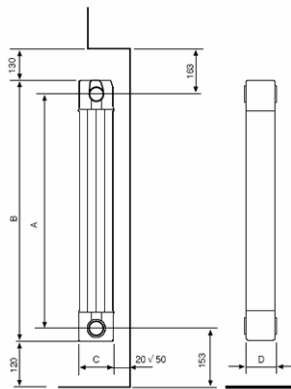
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Radiadors	Data: 16-04-2007
	Codi: RD-01, RD-02, RD-03, RD-04, RD-08, RD-10,RD-15.	
Funció: proporcionar calor a les dependències de la vivenda per crear un ambient confortable per als seus usuaris.		
Marca comercial:	fondital	Model: SAHARA 800/80
Dades tècniques: Pressió de treball fins a 6 bars Temperatura de treball fins a 110°C Acoblament mitjançant maneguets i juntes d'estanqueïtat Muntats i provats a 9 bars Pintura d'acabat amb doble capa Capacitat: 0,54 L Pes: 1,88 kg Emissió calorífica per element i amb Δt=60°C: 207,7 W Emissió calorífica per element i amb Δt=50°C: 163,0 W	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Aleació d'alumini		
Dimensions (mm): A = 800 mm, B = 877 mm, C = 80 mm, D = 80 mm.		
		

Taula 4.3. Full d'especificacions dels radiadors



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




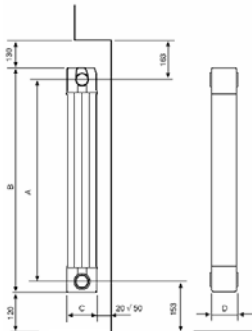
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Radiadors	Data: 16-04-2007
	Codi: RD-07, RD-09, RD-11.	
Funció: proporcionar calor a les dependències de la vivenda per crear un ambient confortable per als seus usuaris.		
Marca comercial: fondital	Model: GARDA 1200	
Dades tècniques: Pressió de treball fins a 6 bars Temperatura de treball fins a 110°C Acoblament mitjançant maneguets i juntes d'estanqueïtat Muntats i provats a 9 bars Pintura d'acabat amb doble capa Capacitat: 0,55 L Pes: 2,17 kg Emissió calorífica per element i amb Δt=60°C: 284,1 W Emissió calorífica per element i amb Δt=50°C: 223,0 W	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Aleació d'alumini		
Dimensions (mm): = 1.200 mm, B = 1.266 mm, C = 90 mm, D = 80 mm.		
		

Taula 4.4. Full d'especificacions dels radiadors



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Radiadors Codi: RD-06.	Data: 16-04-2007
Funció: proporcionar calor a les dependències de la vivenda per crear un ambient confortable per als seus usuaris.		
Marca comercial: fondital	Model: GARDA 2000	
Dades tècniques: Pressió de treball fins a 6 bars Temperatura de treball fins a 110°C Acoblament mitjançant maneguets i juntes d'estanqueïtat Muntats i provats a 9 bars Pintura d'acabat amb doble capa Capacitat: 0,92 L Pes: 3,39 kg Emissió calorífica per element i amb Δt=60°C: 412,8 W Emissió calorífica per element i amb Δt=50°C: 324,0 W	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Aleació d'alumini		
Dimensions (mm): A = 2.000 mm, B = 2.066 mm, C = 90 mm, D = 80 mm. 		

Taula 4.5. Full d'especificacions dels radiadors



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





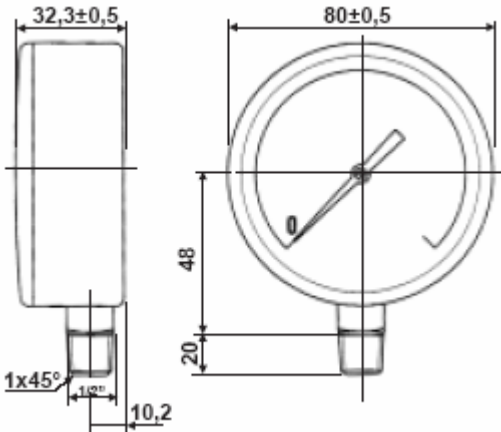
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.		Nom: Tubs multicapa	Data: 16-04-2007				
		Codi:					
Funció: conduir els diferents fluids de la instal·lació.							
Marca comercial: BLANSOL			Model: 16 i 20				
Dades tècniques: Tuberries multicapa Temple: mal·leable Color d'identificació: vermell i blau Gravat (sota relleu): si Longitud del tram: 5 m Instal·lació: sistema d'unió Barbi			Esquema/Imatge: 				
Materials de construcció: Polietilè reticulat, adhesiu copolímer, alumini.							
Dimensions:							
Denominació	Tub intern PEX	Diàmetre total (mm)		Espessor (s)	Presentació (m)		Pes (kg/m)
		Exterior	Interior		Rollo	Barra	
16	16*1,5	17,5	13,0	2,3	100	5	0,119
20	20*1,9	21,5	16,2	2,7	100	5	0,177
25	25*2,3	26,5	20,4	3,0	50	5	0,242
32	32*3,0	32,0	26,0	3,0	-	5	0,370
40	40*3,5	40,0	33,0	3,5	-	5	0,510
* Novetat norma UNE-EN ISO 15.875: la nova Norma Europea de les tuberries de polietilè reticulat, d'aplicació immediata a Espanya, modifica l'espessor del tub de 16mm. de la sèrie 5, passant a esser aquest d'1,5mm.							

Taula 4.6. Full d'especificacions de les canonades multicapa



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Manòmetres verticals Codi: MN-01 a MN-02	Data: 16-04-2007
Funció: mesurar la pressió existent en diferents punts dels circuits.		
Marca comercial: 	Model: IM 30 503	
Dades tècniques: Manòmetre d'agulla de connexió radial Camp de mesura: 0-400 kPa Precisió: $\pm 2,5\%$ fons escala Connexió: 1/2" Pressió estàtica de servei: 10-75% fons escala Pressió dinàmica de servei: 10-66% fons escala Pressió màxima en interval curt de temps: 75-100% fons escala Temperatura ambient de treball: de -20°C a 60°C Temperatura del fluid de treball: de -20°C a 60°C Sobrepresió màxima: 125% fons escala	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Caixa: acer negre, Esfera: alumini blanc, Agulla: alumini negre, Visor: policarbonat, Element de mesura: aliatge de coure, Mecanisme: aliatge de coure, Pern de connexió: aliatge de coure		
Dimensions: 		

Taula 4.7. Full d'especificacions dels manòmetres verticals



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



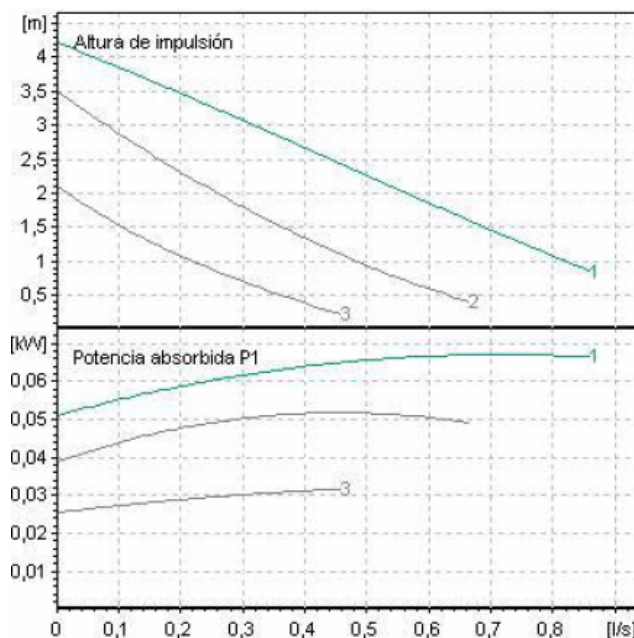
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Bomba de circulació del circuit. Codi: BH-01	Data: 16-04-2007
Funció: Impulsar l'aigua del circuit de calefacció cap als radiadors.		
Marca comercial: 	Model: Star-RS 25/4 ClassicStar 130	
Dades tècniques: Bomba centrífuga de rotor humit Commutació manual de tres velocitats Motor resistent al bloqueig Pressió màxima de treball: 1.000 kPa Potència màxima: 68 W RPM màx: 2.000 Alimentació: 1~230 V/50Hz Temperatura de treball: des de -10°C fins a 110°C Connexions: 1" Punt de funcionament: 1,6 mca i 0,30 L/s	Esquema/Imatge: 	



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

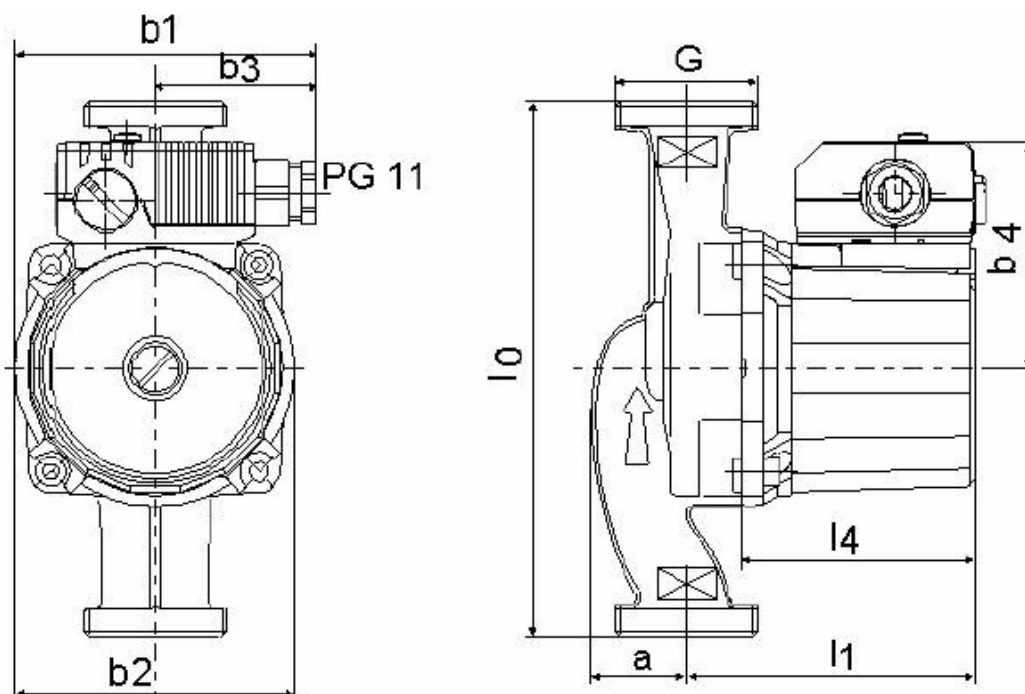


Diagrama característic:



Materials de construcció: Carcassa: fosa gris, Rodet: polipropilè reforçat amb fibra de vidre, Eix: acer al crom, Coixinets: grafit.

Dimensions (mm): $a = 33$, $b_1 = 100$, $b_2 = 92,5$, $b_3 = 54$, $b_4 = 73$, $l_4 = 79$, $l_0 = 130$, $l_1 = 97$, $l_3 = 65$



Taula 4.8. Full d'especificacions de la bomba de circulació del circuit



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




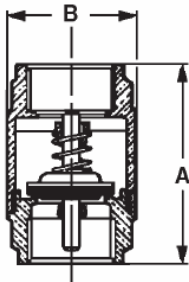
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Vàlvules de bola Codi: VT-01 a VT-08	Data: 16-04-2007																																																																																																								
Funció: interrompre manualment el pas dels fluids en determinats punts dels circuits.																																																																																																										
Marca comercial:	ROCA	Model: 1", 1-1/4" i 1-1/2"																																																																																																								
Dades tècniques: Estanqueitat per anells de tefló Gir de tancament i obertura de 90° Connexió femella-femella 		Esquema/Imatge: 																																																																																																								
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Bola: llautó cromat, Arandelles antifrcció: tefló (PTFE), Premsaestopa: llautó, Junta: tefló, Palanca: acer amb tractament antioxiid, Revestiment palanca: PVC roig																																																																																																										
Dimensions: <table><tr><th>Modelo o rosca nominal</th><th>Diámetro nominal</th><th colspan="5">Cotas mm</th><th>Unidades Caja de cartón</th></tr><tr><th>E</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>F</th><th>KV</th><th></th></tr><tr><td>1/4"</td><td>8</td><td>44</td><td>44</td><td>27</td><td>19</td><td>6,3</td><td>20</td></tr><tr><td>3/8"</td><td>10</td><td>77</td><td>49</td><td>33</td><td>21</td><td>6,7</td><td>10</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>15</td><td>77</td><td>56</td><td>36</td><td>26</td><td>12,7</td><td>10</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>20</td><td>94</td><td>63</td><td>47</td><td>32</td><td>24,6</td><td>10</td></tr><tr><td>1"</td><td>25</td><td>94</td><td>78</td><td>51</td><td>41</td><td>48,5</td><td>10</td></tr><tr><td>1 1/4"</td><td>32</td><td>94</td><td>86</td><td>56</td><td>50</td><td>98</td><td>10</td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>40</td><td>136</td><td>97</td><td>69</td><td>55</td><td>140</td><td>4</td></tr><tr><td>2"</td><td>50</td><td>136</td><td>111</td><td>77</td><td>70</td><td>211</td><td>4</td></tr><tr><td>2 1/2"</td><td>63,5</td><td>187</td><td>153</td><td>111</td><td>81,8</td><td>657</td><td>2</td></tr><tr><td>3"</td><td>76,2</td><td>187</td><td>173</td><td>120</td><td>95,8</td><td>998</td><td>2</td></tr><tr><td>4"</td><td>101,6</td><td>257</td><td>216</td><td>153</td><td>121,8</td><td>2.012</td><td>2</td></tr></table> 			Modelo o rosca nominal	Diámetro nominal	Cotas mm					Unidades Caja de cartón	E	A	B	C	D	F	KV		1/4"	8	44	44	27	19	6,3	20	3/8"	10	77	49	33	21	6,7	10	1/2"	15	77	56	36	26	12,7	10	3/4"	20	94	63	47	32	24,6	10	1"	25	94	78	51	41	48,5	10	1 1/4"	32	94	86	56	50	98	10	1 1/2"	40	136	97	69	55	140	4	2"	50	136	111	77	70	211	4	2 1/2"	63,5	187	153	111	81,8	657	2	3"	76,2	187	173	120	95,8	998	2	4"	101,6	257	216	153	121,8	2.012	2
Modelo o rosca nominal	Diámetro nominal	Cotas mm					Unidades Caja de cartón																																																																																																			
E	A	B	C	D	F	KV																																																																																																				
1/4"	8	44	44	27	19	6,3	20																																																																																																			
3/8"	10	77	49	33	21	6,7	10																																																																																																			
1/2"	15	77	56	36	26	12,7	10																																																																																																			
3/4"	20	94	63	47	32	24,6	10																																																																																																			
1"	25	94	78	51	41	48,5	10																																																																																																			
1 1/4"	32	94	86	56	50	98	10																																																																																																			
1 1/2"	40	136	97	69	55	140	4																																																																																																			
2"	50	136	111	77	70	211	4																																																																																																			
2 1/2"	63,5	187	153	111	81,8	657	2																																																																																																			
3"	76,2	187	173	120	95,8	998	2																																																																																																			
4"	101,6	257	216	153	121,8	2.012	2																																																																																																			

Taula 4.9. Full d'especificacions de les vàlvules de bola



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





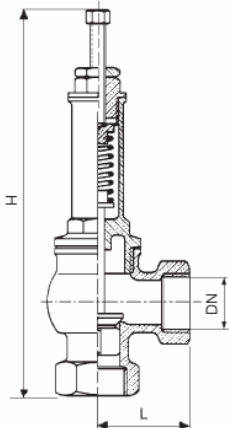
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Vàlvules de retenció	Data: 16-04-2007																																							
	Codi: VA-01 a VA-04																																								
Funció: garantir el sentit del flux del fluid circulant pels circuits hidràulics.																																									
Marca comercial:	EUROPA	Model: 1-1/4" i 1-1/2"																																							
Dades tècniques: Temperatura de treball: de 0°C a 90°C Pressió màxima: veure taula adjunta Posició de treball: qualsevol	Esquema/Imatge: 																																								
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Èmbol: acer inox. AISI-304, Motlle: acer inox. 18/8																																									
Dimensions: 																																									
	<table><tr><th>Rosca</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th></tr><tr><td>A (mm)</td><td>54</td><td>57</td><td>64</td><td>75</td><td>82</td><td>93</td></tr><tr><td>B (mm)</td><td>34,5</td><td>34,5</td><td>41,5</td><td>48</td><td>60,5</td><td>71</td></tr><tr><td>Presión máxima (Kg/cm²)</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td><td>18</td><td>18</td></tr><tr><td>Embalaje (uds./caja)</td><td>10</td><td>10</td><td>8</td><td>6</td><td>4</td><td>4</td></tr></table>						Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	A (mm)	54	57	64	75	82	93	B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	71	Presión máxima (Kg/cm²)	25	25	25	25	18	18	Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4
Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"																																			
A (mm)	54	57	64	75	82	93																																			
B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	71																																			
Presión máxima (Kg/cm²)	25	25	25	25	18	18																																			
Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4																																			

Taula 4.10. Full d'especificacions de les vàlvules de retenció



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

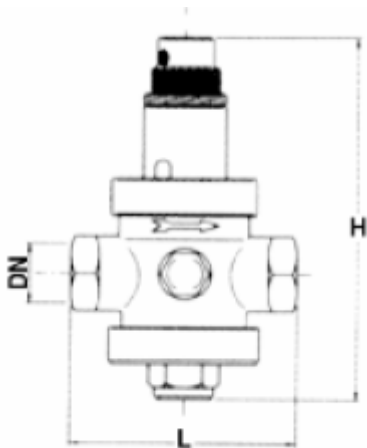


Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Vàlvules de seguretat regulables	Data: 16-04-2007																																								
	Codi: VS-01 i VS-02																																									
Funció: evitar que la pressió del circuit assoleixi un valor perillós per als elements de la instal·lació, evacuant el fluid circulant quan es doni aquesta situació.																																										
Marca comercial: 	Model: 1-1/4" i 1-1/2"																																									
Dades tècniques: Pressió de treball: 1.600 kPa Camp de regulació: de 200 a 800 kPa Temperatura màxima de treball: 150°C	Esquema/Imatge: 																																									
Materials de construcció: Cos: llautó, Campana: llautó, Molla: acer tractat tèrmicament, Cargol de regulació i contrafemella: llautó																																										
Dimensions: 	<table><tr><th>Código</th><th>Rosca (DN)</th><th>H</th><th>L</th><th>Ø Orificio</th></tr><tr><td>AA 11 121</td><td>3/8"</td><td>116</td><td>45</td><td>10</td></tr><tr><td>AA 11 122</td><td>1/2"</td><td>126</td><td>45</td><td>13</td></tr><tr><td>AA 11 123</td><td>3/4"</td><td>145</td><td>56</td><td>19</td></tr><tr><td>AA 11 124</td><td>1"</td><td>157</td><td>63</td><td>25</td></tr><tr><td>AA 11 125</td><td>1 1/4"</td><td>189</td><td>78</td><td>31,5</td></tr><tr><td>AA 11 126</td><td>1 1/2"</td><td>210</td><td>87</td><td>38</td></tr><tr><td>AA 11 127</td><td>2"</td><td>224</td><td>92</td><td>48,3</td></tr></table>		Código	Rosca (DN)	H	L	Ø Orificio	AA 11 121	3/8"	116	45	10	AA 11 122	1/2"	126	45	13	AA 11 123	3/4"	145	56	19	AA 11 124	1"	157	63	25	AA 11 125	1 1/4"	189	78	31,5	AA 11 126	1 1/2"	210	87	38	AA 11 127	2"	224	92	48,3
Código	Rosca (DN)	H	L	Ø Orificio																																						
AA 11 121	3/8"	116	45	10																																						
AA 11 122	1/2"	126	45	13																																						
AA 11 123	3/4"	145	56	19																																						
AA 11 124	1"	157	63	25																																						
AA 11 125	1 1/4"	189	78	31,5																																						
AA 11 126	1 1/2"	210	87	38																																						
AA 11 127	2"	224	92	48,3																																						

Taula 4.11. Full d'especificacions de les vàlvules de seguretat regulables



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez


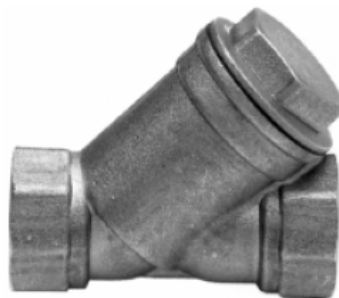
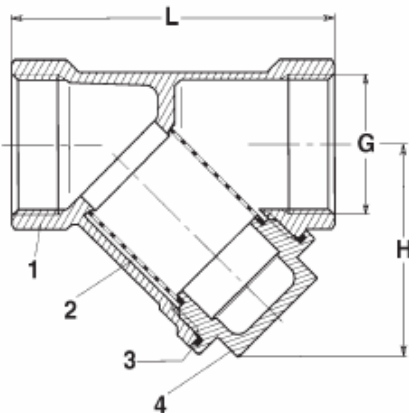
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Vàlvula reductora de pressió Codi: VR-01	Data: 16-04-2007
Funció: reduir la pressió de l'aigua de la xarxa fins a un valor adequat per al circuit d'ACS		
Marca comercial: 	Model: 1-1/4"	
Dades tècniques: Pressió d'entrada màxima: 25 bar Pressió de sortida regulable: de 0,5 bar a 6 bar Temperatura màxima: 80°C Presa per a manòmetre 1/4" amb tap Pes: 2550 gr.	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Cos: llautó estampat niquelat, Molla: acer zincat, Seient: acer inox. 18/10, Junta: vitón, Obturador: acer inox. 18/10		
Dimensions(mm): L = 125, H = 220. 		

Taula 4.12. Full d'especificacions de la vàlvula reductora de pressió



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Filtres de partícules sòlides	Data: 16-04-2007																					
	Codi: FT-01, FT-02																						
Funció: retenir les partícules sòlides a l'aspiració de les bombes de circulació i a l'entrada de l'aigua de la xarxa per garantir el bon funcionament de la instal·lació.																							
Marca comercial: 	Model: 1-1/4" i 1-1/2"																						
Dades tècniques: Temperatura màxima de treball: 110°C Pressió màxima de treball: 1.600 kPa Perforació de la malla: 0,5 mm	Esquema/Imatge: 																						
Materials de construcció: Cos: llautó, Malla: acer inoxidable, Junta plana: NBR, Tap: llautó																							
Dimensions: 																							
<table><tr><th>G</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th></tr><tr><td>H (mm)</td><td>48</td><td>48</td><td>48</td><td>56</td><td>64</td><td>72</td></tr><tr><td>L (mm)</td><td>55</td><td>55</td><td>70</td><td>87</td><td>96</td><td>106</td></tr></table>			G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	H (mm)	48	48	48	56	64	72	L (mm)	55	55	70	87	96	106
G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"																	
H (mm)	48	48	48	56	64	72																	
L (mm)	55	55	70	87	96	106																	

Taula 4.13. Full d'especificacions dels filtres de partícules sòlides



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




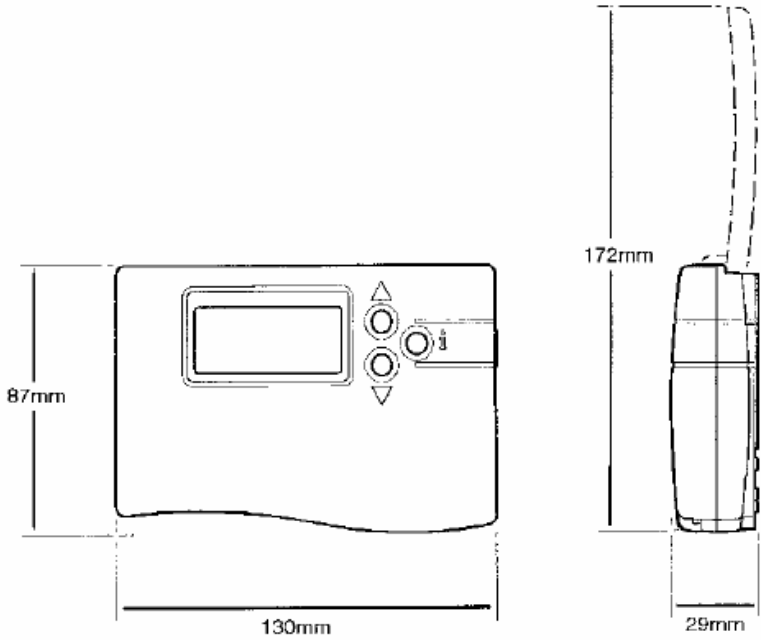
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Electrovàlvules de 2 vies Codi: EV-01 i EV-02	Data: 16-04-2007
Funció: deixar circular o no el fluid caloportador cap al circuit de calefacció, segons les ordres que arribin des de la centraleta de regulació.		
Marca comercial: 	Model: 2V 1"	
Dades tècniques: Vàlvula motoritzada desviadora tot-res Motor d'histèresi 230 V 50 Hz Consum: 6 W Temperatura de treball: de 5°C a 88°C Temperatura ambient màxima: 50°C Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa Temps d'obertura màxim: 12 s Temps de tancament màxim: 5 s Sense tensió, l'obturador retorna per sí sol a la posició de partida Longitud del cable: 60 cm Estanquitat garantida mitjançant 3 juntes tòriques Connexions: 1"	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Juntes: EDPM, Embol d'obturació: etilè-propilè		
Dimensions (mm): A = 94,5, B = 21, D = 108 		

Taula 4.14. Full d'especificacions de la electrovàlvules de 2 vies



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Centralita de regulació	Data: 16-04-2007
	Codi: CR-01	
Funció: recollir informació dels diferents sensors de la instal·lació i regular el funcionament de la mateixa		
Marca comercial:	Honeywell	Model: CM67RFGN
Dades tècniques: Nombre d'entrades: 10 Nombre de sortides: 6 Teclat: 3 botons Alimentació: 1~230 V/50Hz Tipus de protecció: IP 30 Muntatge: mural Rang de temperatures programables: de 5°C a 30°C	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Carcassa: PC-ABS		
Dimensions (mm): 		

Taula 4.15 Full d'especificacions de la centralita de regulació



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




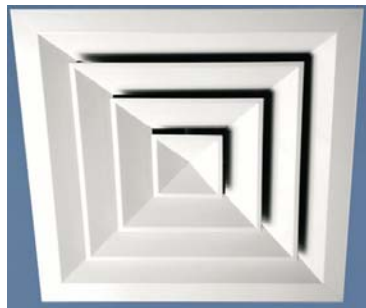
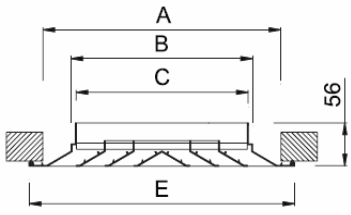
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.		Nom: Reixetes d'impulsió		Data: 16-04-2007																																																																																																																																																	
		Codi:																																																																																																																																																			
Funció: Impulsió de l'aire fred per a la climatització de cada local.																																																																																																																																																					
Marca comercial:				Model: Sèrie AMT																																																																																																																																																	
Dades tècniques: Les reixetes de la Sèrie AMT estan dissenyades per a la seva aplicació en aire condicionat, ventilació i calefacció. El seu muntatge es realitza en parets o falsos sostres. Les làmines orientables individualment permeten graduar l'abast i l'altura o amplitud de la vena d'aire.		Esquema/Imatge: 																																																																																																																																																			
Materials de construcció: Alumini extruït.																																																																																																																																																					
Dimensions (mm): <div>AMT <small>SERIES</small></div> <div>SECCIÓN LIBRE DE SALIDA DEL AIRE m2.</div> <table><tr><th>H \ L</th><th>100</th><th>150</th><th>200</th><th>250</th><th>300</th><th>350</th><th>400</th><th>450</th><th>500</th><th>550</th><th>600</th><th>700</th><th>800</th><th>900</th><th>1000</th></tr><tr><td>100</td><td>0,006</td><td>0,009</td><td>0,013</td><td>0,017</td><td>0,020</td><td>0,024</td><td>0,027</td><td>0,031</td><td>0,034</td><td>0,038</td><td>0,041</td><td>0,049</td><td>0,056</td><td>0,063</td><td>0,070</td></tr><tr><td>150</td><td>0,009</td><td>0,015</td><td>0,021</td><td>0,026</td><td>0,032</td><td>0,037</td><td>0,043</td><td>0,049</td><td>0,054</td><td>0,060</td><td>0,066</td><td>0,077</td><td>0,088</td><td>0,099</td><td>0,110</td></tr><tr><td>200</td><td>0,012</td><td>0,020</td><td>0,027</td><td>0,035</td><td>0,042</td><td>0,050</td><td>0,057</td><td>0,064</td><td>0,072</td><td>0,079</td><td>0,087</td><td>0,102</td><td>0,116</td><td>0,131</td><td>0,146</td></tr><tr><td>250</td><td>0,016</td><td>0,025</td><td>0,035</td><td>0,044</td><td>0,054</td><td>0,063</td><td>0,073</td><td>0,082</td><td>0,092</td><td>0,101</td><td>0,111</td><td>0,130</td><td>0,149</td><td>0,168</td><td>0,187</td></tr><tr><td>300</td><td>0,019</td><td>0,030</td><td>0,042</td><td>0,053</td><td>0,064</td><td>0,076</td><td>0,087</td><td>0,098</td><td>0,109</td><td>0,121</td><td>0,132</td><td>0,155</td><td>0,178</td><td>0,200</td><td>0,223</td></tr><tr><td>350</td><td>0,023</td><td>0,036</td><td>0,049</td><td>0,063</td><td>0,076</td><td>0,089</td><td>0,103</td><td>0,116</td><td>0,129</td><td>0,143</td><td>0,156</td><td>0,183</td><td>0,210</td><td>0,236</td><td>0,263</td></tr><tr><td>400</td><td>0,026</td><td>0,041</td><td>0,056</td><td>0,071</td><td>0,086</td><td>0,101</td><td>0,117</td><td>0,132</td><td>0,147</td><td>0,162</td><td>0,178</td><td>0,208</td><td>0,238</td><td>0,269</td><td>0,299</td></tr><tr><td>450</td><td>0,029</td><td>0,046</td><td>0,064</td><td>0,081</td><td>0,098</td><td>0,115</td><td>0,132</td><td>0,150</td><td>0,167</td><td>0,184</td><td>0,202</td><td>0,236</td><td>0,271</td><td>0,305</td><td>0,340</td></tr></table>						H \ L	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000	100	0,006	0,009	0,013	0,017	0,020	0,024	0,027	0,031	0,034	0,038	0,041	0,049	0,056	0,063	0,070	150	0,009	0,015	0,021	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049	0,054	0,060	0,066	0,077	0,088	0,099	0,110	200	0,012	0,020	0,027	0,035	0,042	0,050	0,057	0,064	0,072	0,079	0,087	0,102	0,116	0,131	0,146	250	0,016	0,025	0,035	0,044	0,054	0,063	0,073	0,082	0,092	0,101	0,111	0,130	0,149	0,168	0,187	300	0,019	0,030	0,042	0,053	0,064	0,076	0,087	0,098	0,109	0,121	0,132	0,155	0,178	0,200	0,223	350	0,023	0,036	0,049	0,063	0,076	0,089	0,103	0,116	0,129	0,143	0,156	0,183	0,210	0,236	0,263	400	0,026	0,041	0,056	0,071	0,086	0,101	0,117	0,132	0,147	0,162	0,178	0,208	0,238	0,269	0,299	450	0,029	0,046	0,064	0,081	0,098	0,115	0,132	0,150	0,167	0,184	0,202	0,236	0,271	0,305	0,340
H \ L	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000																																																																																																																																						
100	0,006	0,009	0,013	0,017	0,020	0,024	0,027	0,031	0,034	0,038	0,041	0,049	0,056	0,063	0,070																																																																																																																																						
150	0,009	0,015	0,021	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049	0,054	0,060	0,066	0,077	0,088	0,099	0,110																																																																																																																																						
200	0,012	0,020	0,027	0,035	0,042	0,050	0,057	0,064	0,072	0,079	0,087	0,102	0,116	0,131	0,146																																																																																																																																						
250	0,016	0,025	0,035	0,044	0,054	0,063	0,073	0,082	0,092	0,101	0,111	0,130	0,149	0,168	0,187																																																																																																																																						
300	0,019	0,030	0,042	0,053	0,064	0,076	0,087	0,098	0,109	0,121	0,132	0,155	0,178	0,200	0,223																																																																																																																																						
350	0,023	0,036	0,049	0,063	0,076	0,089	0,103	0,116	0,129	0,143	0,156	0,183	0,210	0,236	0,263																																																																																																																																						
400	0,026	0,041	0,056	0,071	0,086	0,101	0,117	0,132	0,147	0,162	0,178	0,208	0,238	0,269	0,299																																																																																																																																						
450	0,029	0,046	0,064	0,081	0,098	0,115	0,132	0,150	0,167	0,184	0,202	0,236	0,271	0,305	0,340																																																																																																																																						

Taula 4.16 Full d'especificacions de les reixetes d'impulsió





Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.		Nom: difusors d'aire	Data: 16-04-2007																																																																																	
		Codi:																																																																																		
Funció: Impulsió de l'aire fred per a la climatització de cada local.																																																																																				
Marca comercial:		Model: Sèrie DCQ																																																																																		
Dades tècniques: <p>Els difusors quadrats DCQ responen als requeriments funcionals i arquitectònics dels ambients moderns. La seva forma geomètrica quadrada s'integra perfectament en l'estètica del local.</p> <p>Una característica d'aquest tipus de difusors és el seu elevat índex d'inducció de l'aire ambient.</p> <p>Aquests difusors es poden utilitzar en locals amb altures de fins a 4 m i un diferencial de temperatura de fins a 12°C obtenint bones prestacions tant en velocitat de l'aire com en nivell de pressió sonora de la zona de confort.</p>		Esquema/Imatge: 																																																																																		
Materials de construcció: Alumini extruït. Tots els difusors van provistos d'una junta en la part posterior per a obtenir un segellat estanc en tot el perímetre de contacte amb els sotre.																																																																																				
Dimensions (mm):																																																																																				
DCQ / DSQ 		SECCION EN EL CUELLO m2.																																																																																		
<table border="1"><thead><tr><th></th><th>E</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th></tr></thead><tbody><tr><td>150 x 150</td><td>259</td><td>219</td><td>137</td><td>148</td></tr><tr><td>225 x 225</td><td>332</td><td>292</td><td>212</td><td>223</td></tr><tr><td>300 x 300</td><td>407</td><td>367</td><td>287</td><td>298</td></tr><tr><td>375 x 375</td><td>482</td><td>442</td><td>362</td><td>373</td></tr><tr><td>450 x 450</td><td>557</td><td>517</td><td>437</td><td>448</td></tr><tr><td>490 x 490</td><td>595</td><td>555</td><td>475</td><td>488</td></tr><tr><td>525 x 525</td><td>632</td><td>592</td><td>511</td><td>523</td></tr><tr><td>600 x 600</td><td>707</td><td>667</td><td>587</td><td>598</td></tr></tbody></table>		E	A	C	B	150 x 150	259	219	137	148	225 x 225	332	292	212	223	300 x 300	407	367	287	298	375 x 375	482	442	362	373	450 x 450	557	517	437	448	490 x 490	595	555	475	488	525 x 525	632	592	511	523	600 x 600	707	667	587	598	<table border="1"><thead><tr><th>DCQ/DDR</th><th>Afree m2</th><th>Qmin. m3/h</th><th>Qmax. m3/h</th></tr></thead><tbody><tr><td>150x150</td><td>.0138</td><td>124</td><td>223.5</td></tr><tr><td>225x225</td><td>.0277</td><td>249</td><td>449</td></tr><tr><td>300x300</td><td>.0486</td><td>437</td><td>787</td></tr><tr><td>375x375</td><td>.0694</td><td>624</td><td>1124</td></tr><tr><td>450x450</td><td>.0972</td><td>875</td><td>1575</td></tr><tr><td>490x490</td><td>.1111</td><td>1000</td><td>1800</td></tr><tr><td>525x525</td><td>.1296</td><td>1166</td><td>2100</td></tr><tr><td>600x600</td><td>.1666</td><td>1499</td><td>2699</td></tr></tbody></table>			DCQ/DDR	Afree m2	Qmin. m3/h	Qmax. m3/h	150x150	.0138	124	223.5	225x225	.0277	249	449	300x300	.0486	437	787	375x375	.0694	624	1124	450x450	.0972	875	1575	490x490	.1111	1000	1800	525x525	.1296	1166	2100	600x600	.1666	1499	2699
	E	A	C	B																																																																																
150 x 150	259	219	137	148																																																																																
225 x 225	332	292	212	223																																																																																
300 x 300	407	367	287	298																																																																																
375 x 375	482	442	362	373																																																																																
450 x 450	557	517	437	448																																																																																
490 x 490	595	555	475	488																																																																																
525 x 525	632	592	511	523																																																																																
600 x 600	707	667	587	598																																																																																
DCQ/DDR	Afree m2	Qmin. m3/h	Qmax. m3/h																																																																																	
150x150	.0138	124	223.5																																																																																	
225x225	.0277	249	449																																																																																	
300x300	.0486	437	787																																																																																	
375x375	.0694	624	1124																																																																																	
450x450	.0972	875	1575																																																																																	
490x490	.1111	1000	1800																																																																																	
525x525	.1296	1166	2100																																																																																	
600x600	.1666	1499	2699																																																																																	

Taula 4.17 Full d'especificacions dels difusors d'aire





Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Conductes d'aire	Data: 16-04-2007						
	Codi:							
Funció: Conducció de l'aire fred per a la climatització de cada local.								
Marca comercial: 	Model: CLIMAVR PLUS R							
Dades tècniques: Construïts en llana de vidre. Conductivitat tèrmica: $\leq 0,032 \text{ W/(m.K)}$ a 10°C . Resistència tèrmica: $\geq 0,75 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ a 10°C . Reacció al foc: M1 (no inflamable), Euroclasse B-s1,d0 (baix poder calorífic) Rigidesa: R5 Resistència al vapor d'aigua: $< 77 \text{ m}^2\cdot\text{día. mmHg/g}$ (885 MN.s/g).	Esquema/Imatge: 							
Materials de construcció: Panell de llana de vidre d'alta densitat, revestit per amndues cares amb alumini (exterior: alumini + kraft+ malla de reforç; interior: alumini + kraft) i amb el cantell mascle bordejat pel complex interior del conducte. Incorpora un vel de vidre a cada cara del panell per a donar major rigidesa.								
Dimensions (mm): <table><tr><th>Epessor (mm)</th><th>Largo (m)</th><th>Ancho (m)</th></tr><tr><td>25</td><td>3,00</td><td>1,19</td></tr></table>			Epessor (mm)	Largo (m)	Ancho (m)	25	3,00	1,19
Epessor (mm)	Largo (m)	Ancho (m)						
25	3,00	1,19						

Taula 4.18 Full d'especificacions dels conductes d'aire



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Unitat central planta baixa	Data: 16-04-2007
	Codi:	
Funció: garantir el confort tèrmic dels ocupants de la planta baixa.		
Marca comercial:	Model: Strato RSN 40M	
Dades tècniques: Potencia frigorífica: 8,8 kW Rendiment EER: 2,0 Cabal d'aire nominal: 3000 m³/h Pressió estàtica disponible: 9 mm.c.a. Intensitat màx. absorbida a 230V i 50Hz: 35,0 A Refrigerant: R-407c	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Carroceria de xapa d'acer galvanitzat amb pintura polièster secada al forn. Bateria de tubs de coure i aletes d'alumini. Safata de recollida de condensats de plàstic ABS.		
Dimensions(mm):  <div>Llarg: 1.220 mm Ample: 697 mm Alt: 288 mm</div>		

Taula 4.19 Full d'especificacions de l'equip de refrigeració RSN 40M



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Unitat central planta primera	Data: 16-04-2007
	Codi:	
Funció: garantir el confort tèrmic dels ocupants de la planta primera.		
Marca comercial: 	Model: Strato RSN 25	
Dades tècniques: Potència frigorífica: 5,1 kW Rendiment EER: 2,0 Cabal d'aire nominal: 2000 m³/h Pressió estàtica disponible: 5 mm.c.a. Intensitat màx. absorbida a 230V i 50Hz: 19,2 A Refrigerant: R-407c	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Carroceria de xapa d'acer galvanitzat amb pintura polièster secada al forn. Bateria de tubs de coure i aletes d'alumini. Safata de recollida de condensats de plàstic ABS.		
Dimensions(mm):  <div>Llarg: 971 mm Ample: 711 mm Alt: 280 mm</div>		

Taula 4.20 Full d'especificacions de l'equip de refrigeració RSN 25



4.4 MANTENIMENT I POSTA EN MARXA DE LA INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA

4.4.1 Manteniment i posta en marxa de la bomba de calor

4.4.1.1 Posta en marxa

Abans de la posta en marxa de l'equip és necessari verificar les connexions elèctriques i hidràuliques, comprovar el correcte funcionament de la bomba de circulació d'aigua, l'emplenat i purgat del circuit hidràulic, etc.

S'ha de deixar la resistència del càrter del compressor unes 6 hores sota tensió abans d'arrancar el compressor.

A continuació es procedirà a l'ompliment del circuit hidràulic:

- Obrir les vàlvules del circuit d'aigua i assegurar-se que l'aigua circula amb el bescanviador amb la bomba en servei.
- Purgar l'aire del circuit hidràulic.
- Comprovar el funcionament del controlador de circulació d'aigua i el control d'aigua freda/calenta.

Al posar en marxa el compressor, el subrefredament i el sobreescalfament i així verificar si la càrrega de refrigerant és l'adequada a les condicions de funcionament. Per ajustar la càrrega de refrigerant es disposa d'un obus en línia de líquid.

Assegurar l'ausència de tota fuga del fluid frigorífic.



Comprovar el funcionament de l'equip i verificar els elements de seguretat. Les seguretats internes de l'equip estan desconnectades. Si una seguretat està disparada, fa falta trobar la fallada i a continuació rearmar l'equip.

Assegurar que la tensió de la xarxa correspon a la tensió de l'equip i que el seu valor es manté dins dels marges admissibles.

Aquest model es troba equipat amb un compressor Scroll i incorpora una relé de control de fases. Verificar que giren en sentit correcte, i en cas contrari invertir dos fils de l'alimentació.

L'arrancada de l'equip no podrà efectuar-se fins que el període corresponent a la temporització de l'anti-curt-cicle hagi transcorregut.

A la posta en marxa del circuit hidràulic, és necessari verificar el cabal d'aigua, comprovant que les temperatures mesurades a l'entrada i la sortida d'aigua de l'equip es troben dins dels límits de funcionament.

Possibles problemes en la posta en marxa

En la posta en marxa dels equips es poden originar problemes de funcionament, molts d'ells deguts a les condicions en que es realitza la posta en marxa:

- Falta de cabal d'aigua. Diferències de temperatures molt elevades entre l'entrada i la sortida de l'aigua de l'equip originades per:
 - Purga d'aire insuficient
 - Bomba de circulació d'aigua petita o girant en sentit contrari
 - Altres situacions que impedeixen la correcta circulació de l'aigua

- Falta de càrrega tèrmica en la instal·lació. S'arriben ràpidament els valors límits de funcionament originats per:



- Funcionament incorrecte del sistema emissor (Terra radiant, fancoils...)

4.4.1.2 Manteniment

A la ITE 08 s'especifiquen les operacions mínimes de manteniment que es necessari realitzar i la seva periodicitat en les instal·lacions amb potència instalada superior a 70 kW tèrmics.

Tot i que aquest equip no es troba dins d'aquest rang de potències, el comerciant aconsella remitir-se a la ITE 08 per a l'execució del manteniment.

4.4.1.3 Control i causes d'avaries

A continuació es mostra la Taula 4.21 facilitada pel fabricant d'aquesta bomba de calor on s'especifiquen les possibles causes d'avaries i la seva corresponent solució.

4.4.1.4 Canvi de temporada

El canvi de temporada de la bomba de calor BC-01 simplement es limitarà a invertir el cicle de la màquina: a l'estiu haurà de produir fred i a l'hivern calor.

Després d'invertir el cicle, caldrà comprovar que el cabal, la temperatura i la pressió de l'aigua, tant a l'entrada com a la sortida de la màquina, s'adeqüen a les especificacions enumerades a la memòria del present projecte.

4.4.2 Manteniment i posta en marxa de les bombes de circulació

Aquest apartat fa referència al manteniment de les bombes de circulació BH-02 a BH-05. La BH-02 pertany al circuit de la zona 1 (circuit exterior), la BH-03 i la BH-04 al circuit de la zona 2 de climatització de la vivenda i la BH-05 a la zona 3 d'ACS.



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Síntoma	Causa	Solució
Presión de evaporación muy elevada en relación a la entrada de aire o de agua	a) Exceso de carga b) Elevada temperatura de agua c) Aspiración del compresor no estanca d) Válvula inversión de ciclo en posición intermedia	a) Recoger refrigerante b) Verificar el sobrecalentamiento c) Verificar el estado del compresor y cambiar d) Comprobar que la válvula no esté obstruida. Cambiarla si es necesario
Presión de condensación muy baja	a) Falta de gas b) Baja temperatura de agua c) Aspiración del compresor no estanca d) Válvula de inversión de ciclo en posición intermedia e) Obturación del circuito de líquido	a) Buscar fugas, completar la carga b) Esperar puesta en régimen c) Verificar el estado del compresor y cambiar d) Comprobar que la válvula no esté obstruida. Cambiarla si es necesario e) Verificar el filtro deshidratador y la válvula de expansión
Presión de condensación muy elevada con relación a la salida de aire o de agua, corte del presostato de alta	a) Caudal de agua insuficiente b) Temperatura de entrada de agua muy alta c) Condensador sucio (no intercambia) d) Mucha carga de fluido frigorífico (condensador inundado) e) La bomba del condensador está averiada f) Aire en el circuito frigorífico	a) Verificar los circuitos de agua (caudal, limpieza de filtros...) b) Verificar el reglaje del termostato de regulación c) Limpiarlo d) Recoger refrigerante e) Reparar f) Hacer vacío y cargar
Presión de evaporación demasiado baja (corte del presostato de baja)	a) Falta de caudal en el evaporador. Recirculación de aire o de agua b) Evaporador helado c) La línea de líquido tiene diferente Tª a la entrada y a la salida del filtro d) Falta de gas e) Presión de condensación muy baja	a) Verificar los circuitos de agua (caudal, limpieza de filtros...) b) Verificar el desescarche c) Cambiar el filtro d) Buscar fuga, completar la carga e) Tª del agua en condensador muy baja (caudal de agua muy elevado), ajustar el caudal
El compresor no arranca, no suena (zumbido)	a) Falta de alimentación b) Los contactos de un elemento de control están abiertos c) Temporización anti-corto-ciclo no permite la puesta en marcha d) Contacto abierto e) Bobina del contactor quemada f) Klixon interno abierto	a) Comprobar diferencial, fusibles b) Verificar la cadena de seguridad en la regulación electrónica c) Verificar regulación electrónica d) Cambiarlo e) Cambiarlo f) Esperar rearme, verificar intensidad absorbida
El compresor no arranca, el motor suena de manera intermitente	a) Tensión de red muy baja b) Cable de alimentación desconectado	a) Controlar la tensión de la línea y localizar la caída de tensión b) Verificar las conexiones
Paradas y arranques repetidos del compresor	a) Por alta presión b) Diferencial de regulación demasiado bajo (ciclo corto) c) Falta de gas, corte por baja presión d) Válvula expansión deteriorada u obstruida por impurezas (corta presostato de baja) e) Filtro deshidratador obstruido (corta seguridad de baja)	a) Verificar carga b) Aumentar el diferencial c) Buscar la fuga, recargar el equipo d) Cambiarla, así como el filtro e) Cambiarlo
El compresor tiene ruido	a) Fijación suelta b) Falta de aceite c) Ruido del compresor	a) Fijar b) Añadir aceite hasta nivel recomendado c) Cambiarlo
Funcionamiento ruidoso	a) Equipo instalado sin protección antivibratoria	a) Situar la base sobre soportes antivibratorios
La inversión de ciclo no se efectúa: - No cambia de ciclo invierno - verano	a) Fallo eléctrico b) Bobina válvula de inversión defectuosa c) Módulo de desescarche no operativo d) Válvula de inversión de ciclo en posición intermedia e) Fallo de regulación	a) Encontrarlo u repararlo b) Cambiarlo c) Verificar parámetros d) Golpear con el compresor en funcionamiento. Cambiarla si es necesario e) Encontrarlo y repararlo

Taula 4.21 Causes d'avaries i solucions



4.4.2.1 Posta en marxa

En la posta en marxa cal omplir i purgar adequadament les bombes i les canonades d'aspiració i impulsió. S'ha de purgar la bomba desenroscant el corresponent cargol de purga. Cal tenir en compte que la bomba no pot funcionar en sec, per tal que no es deteriori la carcassa.

Amb la finalitat d'evitar sorolls o, fins i tot, danys causats per la cavitació, és necessari que hi hagi una pressió mínima a l'aspiració de la bomba. Els paràmetres fonamentals per determinar la pressió mínima a d'aspiració són el valor NPSH de la bomba en el seu punt de treball i la pressió del vapor del medi d'impulsió.

S'ha de connectar la bomba durant uns breus instants amb la finalitat de comprovar que el sentit de gir coincideix amb de la fletxa de la carcassa d'aquesta. Un cop connectada, cal comprovar mitjançant les lectures del manòmetres que la pressió s'adequa als valors de la memòria.

4.4.2.2 Manteniment

El tancament mecànic no requereix cap mena de manteniment. Durant la fase de rodatge pot gotejar lleugerament. No obstant, cal supervisar-la de tant en tant per comprovar que no existeixi cap fuga d'importància.

En cas de buidat parcial o total de la instal·lació, cal buidar completament la bomba per evitar fenòmens de bloqueig.



Cal tenir cura de no malmetre la junta tòrica del cos de la bomba al realitzar les operacions de manteniment.

En cas de que sigui necessari canviar el tancament mecànic de la bomba, en primer lloc cal desconnectar-la de l'alimentació elèctrica i assegurar-se que ningú pugui tornar a connectar-la involuntàriament. Després es procedirà seguint els següents passos:

- Tancar les vàlvules de tall de davant i darrere de la bomba.
- Desembornar el motor (si el fil és tan curt que no permet el desmuntatge).
- Desenroscar els cargols de la brida del motor i extreure aquest últim.
- Treure el cargol i l'arandela dentada.
- Extreure el rodet de l'eix.
- Extreure el tancament mecànic amb la camisa de l'eix i la junta tòrica.
- Treure l'anell fix de la brida del motor i netejar la superfície del seient.
- Netejar amb cura la superfície de recolzament de l'eix. Si l'eix està malmès, cal canviar-lo.
- Introduir un nou anell fix amb el seu corresponent suport de goma nova, utilitzant sabó convencional com a lubricant.
- Posar una junta tòrica nova en la corresponent ranura de la nova camisa i fer córrer aquesta última amb el nou tancament mecànic sobre l'eix fins al topall. La camisa i el tancament mecànic estan premuntats i no s'han de separar.
- Tornar a muntar el rodet amb l'arandela dentada i el cargol.
- Tornar a introduir el conjunt motor-rodet a la carcassa de la bomba, col·locar una junta plana nova i apretar els cargols.



Els rodaments no requereixen manteniment, però en cas que aquests produeixin sorolls o vibracions anormals, caldrà substituir-los ja que marcarien desgast.

4.4.2.3 Canvi de temporada

Les bombes de circulació estan preparades per a treballar tant a temperatures altes com baixes. No és necessari manipular-les de cap manera, ja que no es veuen afectades pel canvi de temporada.

4.4.3 Manteniment i posta en marxa del terra radiant

4.4.3.1 Posta en marxa

Abans d'abocar el morter sobre els tubs és necessari realitzar una prova d'estanquitat.

Prèviament a la prova d'estanquitat de les canonades i unions realitzades, amb els circuits aïllats amb les vàlvules de tall tancades, s'efectuarà la neteja de les conduccions generals amb aigua de xarxa tal i com es descriu a la ITE 06.2.1 del RITE. A continuació es realitzarà la prova de pressió, que resulta imprescindible, doncs és la única garantia per a l'instal·lador i l'usuari de que la instal·lació és absolutament estanca i de que no existiran problemes derivats de fugues en les canonades general i el terra. Les condicions de prova han de ser més dures que les de treball.

La ITE 06.4.1 exigeix provar les instal·lacions a una pressió en fred equivalent al menys a una vegada i mitja de la de treball, amb un mínim de 600 kPa. Acabada la inspecció de canonades generals i dels elements i vàlvules hidràuliques, s'obriran els circuits un a un,

introduint l'aigua per una entrada del distribuïdor i, per evitar la formació de bombolles en l'interior del circuit, deixant sortir l'aire i l'aigua per una aixeta de buidat oberta per a conduir la sortida a una galleda per evitar inundar el terra. Un cop que no s'observin bombolles d'aire en el circuit, es tanca l'aixeta de buidat i es tanquen les dues vàlvules del circuit (detentor i d'usuari). Es torna a obrir l'aixeta de buidat del següent circuit i es procedeix al seu ompliment. Quan estiguin plens tots els circuits s'introduirà pressió a tota la instal·lació i es tornarà a inspeccionar. Es pot deixar la instal·lació a pressió de prova mentre es cobreixen els tubs de mescla de morter.

Abans de posar en marxa la instal·lació és necessari que hagin transcorregut al menys 4 setmanes des de l'aplicació del morter. Cal seguir els següents passos:

- Si els circuits hidràulics no estan nets, o es van netejar abans de la prova de pressió però es va tornar a treballar amb ells posteriorment, el primer que es farà serà un buidat i neteja de les canonades generals i dels filtres de les bombes de circulació BH-03 i BH-04.
- Omplir la instal·lació fins a la pressió de funcionament (200 kPa). Un cop ple el circuit hidràulic general s'obriran les vàlvules dels distribuïdors que han de contenir l'aigua de la prova a pressió.
- Comprovar el perfecte purgat del circuit. Es realitza millor amb la bomba de circulació en funcionament. Si durant la purga automàtica o manual es perd pressió s'hauria de reposar.
- Posar en marxa la calefacció sense regulació de temperatura d'anada, fixant aquesta a 25°C, amb la centraleta de regulació. La instal·lació ha de funcionar en aquest règim uns 2 o 3 dies.
- Un cop engegada la instal·lació es farà un preajust dels detentors de regulació de cabal dels circuits. Per a tal fi s'obren tots completament i es regulen tots menys el de més pèrdues de càrrega (veure valors dels cabals a la memòria). Gràcies al visor de cabal es regularan els detentors.



- Transcorregut el període inicial es farà funcionar la instal·lació en règim de regulació i control normal, però augmentant la temperatura d'impulsió progressivament 5°C per dia.

4.4.3.2 Manteniment

El sistema de climatització de terra radiant en principi està lliure de manteniment i ha estat dissenyat per a funcionar durant molts anys. Existeixen, no obstant, alguns aspectes que es poden revisar:

- La pressió del sistema s'hauria de revisar de tant en tant. Si és necessari el sistema pot reomplir-se, com, per exemple, al començament de l'estació hivernal.
- Comprovar mitjançant els purgadors que el sistema hagi estat purgat de aire. Si existeix alguna bombolla d'aire de grans dimensions, la circulació es pot veure perjudicada.
- Si es necessita reomplir amb freqüència, verificar que no hi hagi pèrdues. Pot ser necessari ajustar els acoblaments. Si la pressió no s'aconsegueix a pesar de tot això, s'haurà de realitzar una localització d'avaries i, si és necessari, trucar els experts per tal que revisin el sistema complet.

La següent llista de punts de comprovació té com a finalitat facilitar un procediment a seguir quan la instal·lació de climatització de terra radiant no funciona satisfactòriament:

- La instal·lació està marcada adequadament. Els circuits de canonades han d'estar marcats clarament i indicar a quina habitació donen servei per tal d'evitar que els circuits estiguin connectats de forma creuada al distribuïdor.



- La instal·lació ha estat emplenada i purgada adequadament. La presència d'aire als circuits de tubs és la causa més normal del mal funcionament del sistema.

4.4.3.3 Canvi de temporada

Els canvis més significatius que tenen lloc en el canvi de temporada de la zona 2 són la regulació dels detentors del terra radiant i l'ompliment del circuit amb aigua glicolada. Les operacions es realitzaran de la mateixa manera en els dos canvis de temporada que tenen lloc anualment.

- En primer lloc, cal buidar completament tota la instal·lació, obrint totes les vàlvules i detentors per complet.
- Els circuits de terra radiant i els fan-coils es buidaran a través dels taps situats als extrems dels distribuïdors de terra radiant.
- Durant el procés de buidat és important que es disconnectin tots els elements elèctrics de la instal·lació i es mantinguin totes les electrovàlvules obertes. També cal deixar oberts tots els purgadors de la zona 2.
- Un cop buida, es procedirà a la neteja de la instal·lació. S'empraran productes de neteja adequats que no malmetin els components de la instal·lació.
- Per a procedir a l'emplenat del sistema es tancarà primer la vàlvula VT-19 i després s'obrirà la vàlvula VT-17 per deixar entrar l'aigua de la xarxa. Durant el temps d'ompliment, totes les vàlvules hauran de deixar pas al fluid i els purgadors estaran oberts.
- Un cop ple, es pressuritzarà el sistema a 200 kPa.



- A continuació es connectaran els dispositius elèctrics i es programarà el seu funcionament d'acord amb les especificacions que figuren a la memòria.
- Es regularà el cabal dels diferents circuits a través dels detentors i segons les instruccions de l'apartat 4.2.4.1.(anex terra radiant)
- Es comprovarà que les temperatures d'impulsió, de retorn i del tanc d'inèrcia es corresponen amb els paràmetres de disseny dels mateixos. Es comprovarà que la pressió a la sortida de la bomba és correcta, alhora que s'observarà si la bomba presenta algun comportament anormal.
- Caldrà verificar el bon funcionament dels termòstats de cada planta i de les respectives sondes anti-condensació a l'estiu.
- Finalment, es comprovarà que tota la instal·lació en conjunt satisfà les expectatives previstes el projecte.

4.4.4 Manteniment i posta en marxa dels fancoils

4.4.4.1 Posta en marxa

Els fan-coils no precisen de posta en marxa, ja que són elements força senzills. Simplement, abans de connectar-los, caldrà verificar que a través del bescanviador hi circula un cabal d'aigua adequat als paràmetres de disseny i que l'aparell funciona amb normalitat.

Aquestes simples verificacions s'hauran de realitzar cada vegada que es connecti a l'alimentació elèctrica.



4.4.4.2 Manteniment

És necessari mantenir netes certes parts dels fan-coils com les safates de condensació, els filtres d'aire, les reixetes d'impulsió i expulsió d'aire, etc. per tal d'obtenir un bon rendiment i funcionament de l'equip. En aquest sentit, es recomana canviar el filtre d'aire al menys un cop a l'any.

Caldrà purgar amb una certa periodicitat les bateries d'aigua per evitar que es formin bombolles d'aire que disminuïrien l'eficiència d'aquests.

Periòdicament caldrà verificar que el tub de condensats descarrega amb normalitat cap al desaigüe.

4.4.4.3 Canvi de temporada

El funcionament dels fan-coils està previst únicament durant l'estiu, com a sistema de recolzament indispensable pel terra radiant. No obstant, l'usuari pot emprar-los a l'hivern si ho desitja, no sense el risc de provocar algun petit desequilibri hidràulic en el sistema de terra radiant.

Centrant-se en el seu funcionament a l'estiu, pel qual han estat dissenyats, els fan-coils es tractaran com si fossin un circuit més de terra radiant pel que fa a la seva regulació i al seu equilibrat hidràulic. No obstant, no estaran condicionats a la lectura de la sonda anti-condensació, de manera que no s'interromprà el pas de fluid a través d'ells en cas de condensacions d'aigua sobre el terra.

4.4.5 Manteniment de les vàlvules

El manteniment dels diferents tipus de vàlvules és molt senzill, consisteix essencialment en les següents operacions:

- Lubricar la rosca del cargol
- Canviar l'empaquetadura
- Canviar la junta del seient
- Esmerilar l'obturador sobre el seient

Normalment aquestes operacions poden realitzar-se sense la necessitat de desmuntar el cos de la vàlvula de la canonada.



4.5 FULLS D'ESPECIFICACIÓ

En aquest apartat del plec de condicions s'estableixen les especificacions dels materials i elements constitutius de l'objecte del projecte. Es diferencia entre la instal·lació convencional i la geotèrmica.

Els *elements de la instal·lació geotèrmica* dels quals s'ha elaborat full d'especificació són els següents:


- Bomba de calor geotèrmica (Taula 4.22)
- Canonada bescanviador de calor geotèrmic (Taula 4.23)
- Canonada col·lector geotèrmic (Taula 4.24)
- Fan-coils (Taula 4.25)
- Conductes (Taula 4.26)
- Reixetes (Taula 4.27)
- Difusors (Taula 4.28)
- Canonada de coure (Taula 4.29)
- Canonada terra radiant/refrescant (Taula 4.30)
- Additiu morter (Taula 4.31)
- Col·lectors (Taula 4.32)
- Armari col·lectors (Taula 4.33)
- Panel aïllant terra radiant/refrescant (Taula 4.34)
- Film antihumitat (Taula 4.35)
- Banda perimetral (Taula 4.36)
- Sonda temperatura exterior (Taula 4.37)
- Sonda temperatura retorn (Taula 4.38)
- Sonda anticondensació (Taula 4.39)
- Termòstat ambient (Taula 4.40)
- Electrovàlvula 3 vies (Taula 4.41)
- Vàlvula retenció (Taula 4.42)

- Electrovàlvula 2 vies (Taula 4.43)
- Vàlvula de tall (Taula 4.44)
- Filtre (Taula 4.45)
- Bomba de circulació (Taula 4.46)
- Vas d'expansió (Taula 4.47)
- Manòmetre vertical (Taula 4.48)
- Vàlvula reductora de pressió (Taula 4.49)
- Aïllament canonades (Taula 4.50)
- Centraleta reguladora vivenda (Taula 4.51)
- Centraleta reguladora bomba de calor (Taula 4.52)
- Dipòsit bescanviador d'ACS (Taula 4.53)
- Centraleta reguladora d'ACS (Taula 4.54)
- Difusors plenum (Taula 4.55)



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge			Nom: Bomba de calor geotèrmica	Data: 16-4-2007
			Codi: BC-01	
Funció: Aconseguir la temperatura desitjada per al fluid caloportador				
Marca comercial: CIATESA			Model: IZEH-70 àurea mòdulo	
Dades tècniques:			Esquema/Imatge:	
Potències refrigeració	Potència frigorífica	13,4 kW		
	Potència absorvida compressor	4,2 kW		
	Rendiment EER	3,2		
Potències calefacció	Potència calorífica	13,7 kW		
	Potència absorvida compressor	4,9 kW		
	Rendiment COP	2,8		
Circuit hidràulic interior	Contingut vas expansió	12 L		
	Capacitat mínima aigua instal·lació	100 L		
	Bomba circulació	400 W		
	Cabal	2550 L/h		
	Pressió disponible	8,4 m.c.a		
Circuit hidràulic exterior	Contingut vas expansió	12 L		
	Bomba circulació	400 W		
	Cabal	2550 l/h		
	Pressió disponible	8,4 m.c.a		
Circuit recuperació A.C.S.	Bomba circulació	60 W		
	Cabal	190 l/h		
	Pressió disponible	3,74 m.c.a		
Compressor	Nombre	1		
	Tipus	Hermètic Scroll		
	Regulació potència	0-100 %		
	Velocitat rotació	2900 r.p.m		
Refrigerant	Tipus	R-407c		
	Càrrega de gas	1,2 kg		
Pes	216 kg			
Nivell sonor	27 dB			



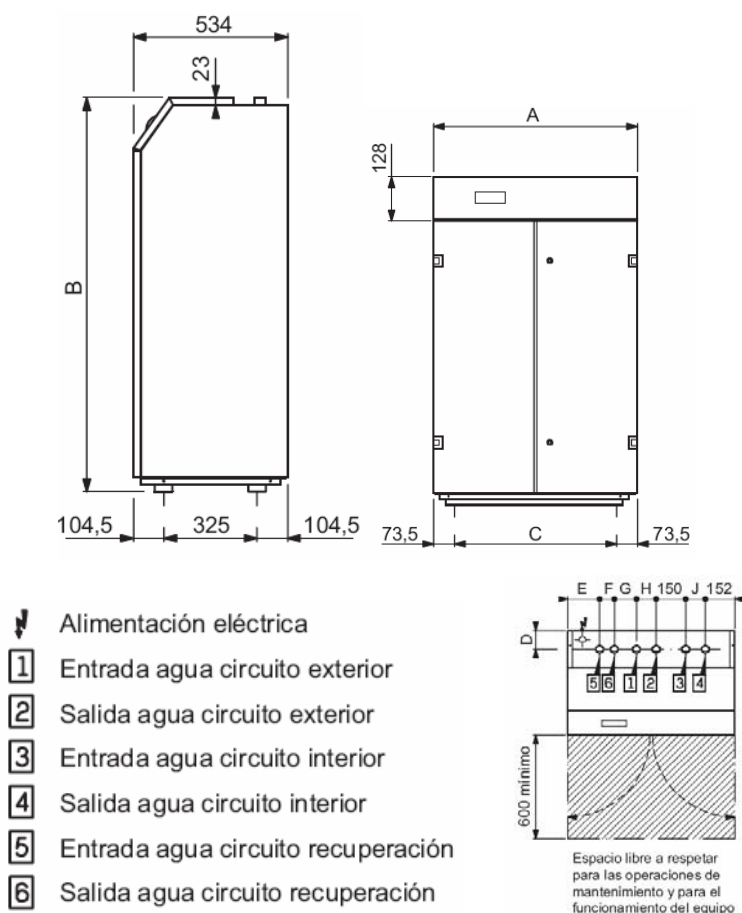
Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

**Temperatures de funcionament:**

Es poden observar al catàleg Bomba de calor Ciatesa IZEH-70 del CD adjunt

Materials de construcció:

Equip monobloc complet, amb carrosseria atinctorrosió en xapa galvanitzada recoberta de laca estructurada a base de polièster i vernís, amb aïllament per panels sandvitx (aïllats tèrmicament).

Dimensions:




IZEH	A	B	C	D	E	F	G	H	J	Ø recuperador	Ø connexions
70	850	1377	703	100	162	75	111	100	100	5 i 6 1"	1, 2, 3 i 4 1"

Taula 4.22 Full d'especificacions de la bomba de calor






Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Canonada bescanviador geotèrmic	Data: 16-4-2007
	Codi: -	
Funció: conduir el fluid d'intercanvi de calor amb el subsòl		
Marca comercial:		Model: 1 ½ ” SERIE 5  TRADICIONAL
Dades tècniques: Mesura: 1 ½ ” Espessor: 3,7 cm Unitat de venda: rotllo 50 m Conductivitat tèrmica: 0,40678 W/m·K		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: Canonades: Polietilè 32		

Taula.4.23 Full d'especificacions de la canonada del bescanviador geotèrmic


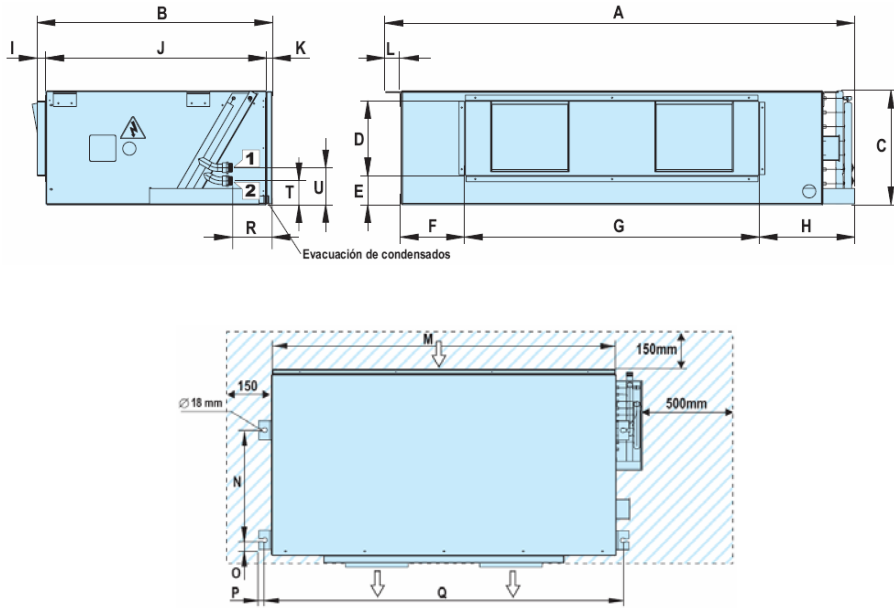
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Col·lector bescanviador geotèrmic	Data: 16-4-2007
		Codi: -	
Funció: conduir el fluid des del bescanviador geotèrmic fins a la bomba de calor			
Marca comercial:			Model: 2 ½ ” SERIE 5  TRADICIONAL
Dades tècniques: Mesura: 2 ½ ” Espessor: 5,8 cm Unitat de venda: paquet 4 barres (5,8 m/barra) Conductivitat tèrmica: 0,40678 W/m·K			Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: Canonades: Polietilè 32			

Taula 4.24 Full d'especificacions de la canonada del col·lector del bescanviador geotèrmic



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Facoil	Data: 16-4-2007																																										
	Codi: FC-01 i FC-02																																											
Funció: Recolzar al terra radiant (refrescant) en la refrigeració de la vivenda mitjançant conductes																																												
Marca comercial: <div>CIATESA</div>	Model: MT-KCN 20																																											
Dades tècniques: Potència frigorífica (Velocitat alta): 5,8 kW Ventilador: Cabal d'aire (Velocitat alta): 850 m³/h Pressió disponible: 4 m.m.c.a Potència: 0,06 kW Connexions hidràuliques a la bateria de bescanvi: ½ ” Pes: 40 kg Diàmetre evacuació de condensats: 22 mm	Esquema/Imatge: 																																											
Materials de construcció: Xapa d'acer galvanitzat i aïllat tèrmicament, bateria de tubs de coure i aletes d'alumini, amb connexions roscades, safata de recollida de condensats de plàstic ABS.																																												
Dimensions: 																																												
<table><tr><th>Serie KCN</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th><th>J</th><th>K</th><th>L</th><th>M</th><th>N</th><th>O</th><th>P</th><th>Q</th><th>R</th><th>T</th><th>U</th></tr><tr><td>20</td><td>970</td><td>711</td><td>280</td><td>163</td><td>88,5</td><td>59,5</td><td>709</td><td>154,5</td><td>26</td><td>667</td><td>18</td><td>47</td><td>817</td><td>369</td><td>92,5</td><td>22</td><td>877</td><td>77</td><td>80</td><td>120</td></tr></table>			Serie KCN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	T	U	20	970	711	280	163	88,5	59,5	709	154,5	26	667	18	47	817	369	92,5	22	877	77	80	120
Serie KCN	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	T	U																								
20	970	711	280	163	88,5	59,5	709	154,5	26	667	18	47	817	369	92,5	22	877	77	80	120																								

Taula 4.25 Full d'especificacions del fan-coil



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




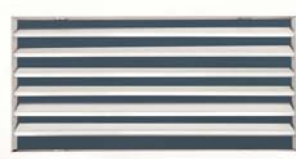
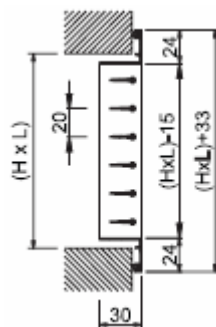
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Conductes	Data: 16-4-2007						
	Codi:							
Funció: Conduir i distribuir l'aire fred pels diferents locals de la vivenda								
Marca comercial: 	Model: CLIMAVÉR PLUS R							
Dades tècniques: Conductivitat tèrmica $\leq 0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ (a 10°C) Resistència tèrmica $\geq 0,75 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ (a 10°C) Reacció al foc: M1 (no inflamable, UNE 23.727) No existeix emissió de fums ni caiguda de partícules/gotes incandescents. Rigides: Classe R5 (EN 13403) Resistència vapor d'aigua: Valor aproximat (corresponent al revestiment exterior) $\geq 77 \text{ m}^2\cdot\text{dia}\cdot\text{mmHg/g}$ (885 MN·s/g).	Esquema/Imatge: 							
Materials de construcció: Llana de vidre d'alta densitat, revestit per ambdues cares per alumini (exterior: alumini + malla de fibra de vidre + kraft; interior: alumini + kraft) i amb el cantó mascle vorejat pel revestiment interior								
Dimensions: <table><tr><td>Espesor (mm)</td><td>Largo (m)</td><td>Ancho (m)</td></tr><tr><td>25</td><td>3,00</td><td>1,19</td></tr></table>			Espesor (mm)	Largo (m)	Ancho (m)	25	3,00	1,19
Espesor (mm)	Largo (m)	Ancho (m)						
25	3,00	1,19						

Taula 4.26 Full d'especificacions dels conductes de distribució



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




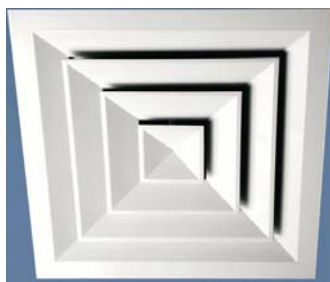
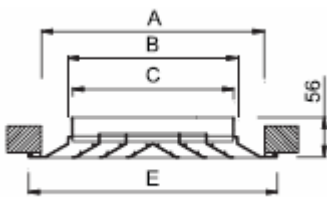
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Reixeta	Data: 16-4-2007																																																																																																																																																												
		Codi: -																																																																																																																																																													
Funció: Expulsar i orientar l'aire fred procedent dels conductes																																																																																																																																																															
Marca comercial:				Model: AMT																																																																																																																																																											
Dades tècniques: Reixeta amb aletes orientables paral·leles Fixació: Mitjançant cargols		Esquema/Imatge: 																																																																																																																																																													
Materials de construcció: Alumini extruït																																																																																																																																																															
Dimensions: Les dimensions possible són les que es troben a la següent taula: Éssent H alçada i L la llargària.																																																																																																																																																															
																																																																																																																																																															
<table><tr><th>H \ L</th><th>100</th><th>150</th><th>200</th><th>250</th><th>300</th><th>350</th><th>400</th><th>450</th><th>500</th><th>550</th><th>600</th><th>700</th><th>800</th><th>900</th><th>1000</th></tr><tr><td>100</td><td>0,006</td><td>0,009</td><td>0,013</td><td>0,017</td><td>0,020</td><td>0,024</td><td>0,027</td><td>0,031</td><td>0,034</td><td>0,038</td><td>0,041</td><td>0,049</td><td>0,056</td><td>0,063</td><td>0,070</td></tr><tr><td>150</td><td>0,009</td><td>0,015</td><td>0,021</td><td>0,026</td><td>0,032</td><td>0,037</td><td>0,043</td><td>0,049</td><td>0,054</td><td>0,060</td><td>0,066</td><td>0,077</td><td>0,088</td><td>0,099</td><td>0,110</td></tr><tr><td>200</td><td>0,012</td><td>0,020</td><td>0,027</td><td>0,035</td><td>0,042</td><td>0,050</td><td>0,057</td><td>0,064</td><td>0,072</td><td>0,079</td><td>0,087</td><td>0,102</td><td>0,116</td><td>0,131</td><td>0,146</td></tr><tr><td>250</td><td>0,016</td><td>0,025</td><td>0,035</td><td>0,044</td><td>0,054</td><td>0,063</td><td>0,073</td><td>0,082</td><td>0,092</td><td>0,101</td><td>0,111</td><td>0,130</td><td>0,149</td><td>0,168</td><td>0,187</td></tr><tr><td>300</td><td>0,019</td><td>0,030</td><td>0,042</td><td>0,053</td><td>0,064</td><td>0,076</td><td>0,087</td><td>0,098</td><td>0,109</td><td>0,121</td><td>0,132</td><td>0,155</td><td>0,178</td><td>0,200</td><td>0,223</td></tr><tr><td>350</td><td>0,023</td><td>0,036</td><td>0,049</td><td>0,063</td><td>0,076</td><td>0,089</td><td>0,103</td><td>0,116</td><td>0,129</td><td>0,143</td><td>0,156</td><td>0,183</td><td>0,210</td><td>0,236</td><td>0,263</td></tr><tr><td>400</td><td>0,026</td><td>0,041</td><td>0,056</td><td>0,071</td><td>0,086</td><td>0,101</td><td>0,117</td><td>0,132</td><td>0,147</td><td>0,162</td><td>0,178</td><td>0,208</td><td>0,238</td><td>0,269</td><td>0,299</td></tr><tr><td>450</td><td>0,029</td><td>0,046</td><td>0,064</td><td>0,081</td><td>0,098</td><td>0,115</td><td>0,132</td><td>0,150</td><td>0,167</td><td>0,184</td><td>0,202</td><td>0,236</td><td>0,271</td><td>0,305</td><td>0,340</td></tr></table>	H \ L	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000	100	0,006	0,009	0,013	0,017	0,020	0,024	0,027	0,031	0,034	0,038	0,041	0,049	0,056	0,063	0,070	150	0,009	0,015	0,021	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049	0,054	0,060	0,066	0,077	0,088	0,099	0,110	200	0,012	0,020	0,027	0,035	0,042	0,050	0,057	0,064	0,072	0,079	0,087	0,102	0,116	0,131	0,146	250	0,016	0,025	0,035	0,044	0,054	0,063	0,073	0,082	0,092	0,101	0,111	0,130	0,149	0,168	0,187	300	0,019	0,030	0,042	0,053	0,064	0,076	0,087	0,098	0,109	0,121	0,132	0,155	0,178	0,200	0,223	350	0,023	0,036	0,049	0,063	0,076	0,089	0,103	0,116	0,129	0,143	0,156	0,183	0,210	0,236	0,263	400	0,026	0,041	0,056	0,071	0,086	0,101	0,117	0,132	0,147	0,162	0,178	0,208	0,238	0,269	0,299	450	0,029	0,046	0,064	0,081	0,098	0,115	0,132	0,150	0,167	0,184	0,202	0,236	0,271	0,305	0,340															
H \ L	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000																																																																																																																																																
100	0,006	0,009	0,013	0,017	0,020	0,024	0,027	0,031	0,034	0,038	0,041	0,049	0,056	0,063	0,070																																																																																																																																																
150	0,009	0,015	0,021	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049	0,054	0,060	0,066	0,077	0,088	0,099	0,110																																																																																																																																																
200	0,012	0,020	0,027	0,035	0,042	0,050	0,057	0,064	0,072	0,079	0,087	0,102	0,116	0,131	0,146																																																																																																																																																
250	0,016	0,025	0,035	0,044	0,054	0,063	0,073	0,082	0,092	0,101	0,111	0,130	0,149	0,168	0,187																																																																																																																																																
300	0,019	0,030	0,042	0,053	0,064	0,076	0,087	0,098	0,109	0,121	0,132	0,155	0,178	0,200	0,223																																																																																																																																																
350	0,023	0,036	0,049	0,063	0,076	0,089	0,103	0,116	0,129	0,143	0,156	0,183	0,210	0,236	0,263																																																																																																																																																
400	0,026	0,041	0,056	0,071	0,086	0,101	0,117	0,132	0,147	0,162	0,178	0,208	0,238	0,269	0,299																																																																																																																																																
450	0,029	0,046	0,064	0,081	0,098	0,115	0,132	0,150	0,167	0,184	0,202	0,236	0,271	0,305	0,340																																																																																																																																																

Taula 4.27 Full d'especificacions de les reixetes



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Difusor	Data: 16-4-2007																																													
		Codi:																																														
Funció: Expulsar i orientar l'aire fred procedent dels conductes																																																
Marca comercial: 		Model: DCQ																																														
Dades tècniques: Difusor quadrat de 4 direccions amb secció interior desmuntable. Con central de perfil inclinat paral·lel a les aletes. Fixació amb pont de muntatge mitjançant un cargol central.		Esquema/Imatge: 																																														
Materials de construcció: Alumini extruït																																																
Dimensions:  <table><tr><th></th><th>E</th><th>A</th><th>C</th><th>B</th></tr><tr><td>150 x 150</td><td>259</td><td>219</td><td>137</td><td>148</td></tr><tr><td>225 x 225</td><td>332</td><td>292</td><td>212</td><td>223</td></tr><tr><td>300 x 300</td><td>407</td><td>367</td><td>287</td><td>298</td></tr><tr><td>375 x 375</td><td>482</td><td>442</td><td>362</td><td>373</td></tr><tr><td>450 x 450</td><td>557</td><td>517</td><td>437</td><td>448</td></tr><tr><td>490 x 490</td><td>595</td><td>555</td><td>475</td><td>488</td></tr><tr><td>525 x 525</td><td>632</td><td>592</td><td>511</td><td>523</td></tr><tr><td>600 x 600</td><td>707</td><td>667</td><td>587</td><td>598</td></tr></table>					E	A	C	B	150 x 150	259	219	137	148	225 x 225	332	292	212	223	300 x 300	407	367	287	298	375 x 375	482	442	362	373	450 x 450	557	517	437	448	490 x 490	595	555	475	488	525 x 525	632	592	511	523	600 x 600	707	667	587	598
	E	A	C	B																																												
150 x 150	259	219	137	148																																												
225 x 225	332	292	212	223																																												
300 x 300	407	367	287	298																																												
375 x 375	482	442	362	373																																												
450 x 450	557	517	437	448																																												
490 x 490	595	555	475	488																																												
525 x 525	632	592	511	523																																												
600 x 600	707	667	587	598																																												

Taula 4.28 Full d'especificacions dels difusors



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.	Nom: Canonades de coure	Data: 16-4-2007																																							
	Codi:																																								
Funció: conduir els diferents fluids de la instal·lació.																																									
Marca comercial: INDUSTRIAS NACOBRE		Model: 1", 1-1/4" i 1-1/2" (mirar como entra en el fancoil i en los colectores de suelo radiante)																																							
Dades tècniques: Canonades de coure de tipus M Temple: rígid Color d'identificació: vermell Gravat (sota relleu): si Longitud del tram: 6,10 m Instal·lació: soldadura d'estany		Esquema/Imatge: 																																							
Materials de construcció: Canonades: Coure																																									
Dimensions: <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Diàmetro</th> </tr> <tr> <th>Nominal</th> <th>Exterior</th> <th>Milímetros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/4</td> <td>3/8</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>3/8</td> <td>1/2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>1/2</td> <td>5/8</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>3/4</td> <td>7/8</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1 1/8</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>1 1/4</td> <td>1 3/8</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>1 1/2</td> <td>1 5/8</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2 1/8</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>2 1/2</td> <td>2 5/8</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3 1/8</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4 1/8</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>			Diàmetro			Nominal	Exterior	Milímetros	1/4	3/8	6	3/8	1/2	10	1/2	5/8	13	3/4	7/8	19	1	1 1/8	25	1 1/4	1 3/8	32	1 1/2	1 5/8	38	2	2 1/8	51	2 1/2	2 5/8	64	3	3 1/8	75	4	4 1/8	100
Diàmetro																																									
Nominal	Exterior	Milímetros																																							
1/4	3/8	6																																							
3/8	1/2	10																																							
1/2	5/8	13																																							
3/4	7/8	19																																							
1	1 1/8	25																																							
1 1/4	1 3/8	32																																							
1 1/2	1 5/8	38																																							
2	2 1/8	51																																							
2 1/2	2 5/8	64																																							
3	3 1/8	75																																							
4	4 1/8	100																																							

Taula 4.29 Fluid d'especificacions de les canonades de distribució





Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Canonada terra radiant	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: conduir el fluid d'intercanvi de calor amb la vivenda		
Marca comercial:		Model: Amb barrera antioxigen
Dades tècniques: Mesura: 20 x 16,0 Espessor: 2 mm Unitat de venda: Palet 12 rotllos (120 m) Familia: EVOH Conductivitat tèrmica: 0,40678 W/m·K Pes del tub: 111 g/m Volum interior: 0,201 L/m Coeficient de dilatació: 0,14 mm/mK Rugositat interna: 0,5 µm Temperatura màxima de treball: 95°C Pressió màxima de treball a 80°C: 6 bar		Esquema/Imatge: 
Materials de construcció: Canonades: Polietilè amb barrera antioxigen		

Taula 4.30 Full d'especificació de les canonades de terra radiant



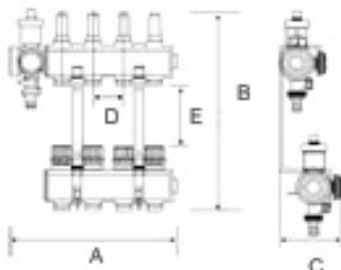
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Additiu morter	Data:
	Codi: -	
Funció: Afavorir el contacte entre el morter i el tub emissor, eliminant les bombolles d'aire que es puguin formar		
Marca comercial:		Model:
Dades tècniques: Densitat: aprox. 1,15 kg/L PH: aprox. 8 Condicions d'emmagatzemament: Al resguard de gelades Capacitat: 30 L	Esquema/Imatge: 	

Taula 4.31 Full d'especificacions de l'additiu del morter



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





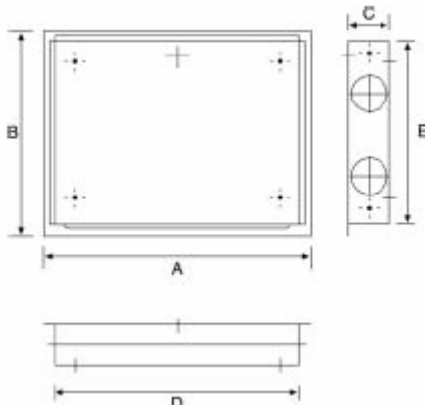
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Distribuïdors de terra radiant.	Data: 16-4-2007					
		Codi:						
Funció: repartir l'aigua cap als diferents circuits de terra radiant segons el cabal que li correspongui a cadascun.								
Marca comercial: 		Model:						
Dades tècniques: El conjunt de col·lectors inclou col·lector d'anada amb accionament manual termostàtitzable, col·lector de retorn amb reguladors de cabal, purgador, clau de buidat, suports i taps terminals.		Esquema/Imatge: 						
Materials de construcció: Distribuïdor: llautó, Vàlvules: acer inoxidable								
Dimensions: 								
REFERENCIA	Nº Vies	Dimensions	A	B	C	D	E	Precio Tarifa
49RK52902	2	1"	263,6	264	100	50	115	163,30
49RK53902	3	1"	313,6	264	100	50	115	213,41
49RK54902	4	1"	363,6	264	100	50	115	259,31
49RK55902	5	1"	413,6	264	100	50	115	308,45
49RK56902	5	1"	463,6	264	100	50	115	356,51
49RK57902	7	1"	513,6	264	100	50	115	410,89
49RK58902	8	1"	563,6	264	100	50	115	456,89
49RK59902	9	1"	613,6	264	100	50	115	503,93
49RK60902	10	1"	663,6	264	100	50	115	555,12
49RK61902	11	1"	713,6	264	100	50	115	605,29
49RK62902	12	1"	763,6	264	100	50	115	648,11

Taula 4.32 Full d'especificacions dels distribuïdors de terra radiant



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Armaris dels distribuïdors de terra radiant	Data: 16-4-2007			
		Codi:				
Funció: allotjar els distribuïdors de terra radiant per permetre l'accés per part dels usuaris a través d'una tapa.						
Marca comercial:		Model:				
Dades tècniques: Armari de col·lectors amb tapa regulable entre 100 i 120 mm i "cerradura" incorporada entre xapa d'acer pintada en epoxi	Esquema/Imatge: 					
Materials de construcció: Xapa: acer pintat en epoxi						
Dimensions (mm): 						
Referencia	Dimensiones	A	B	C	D	E
49RK10050	Armario de 400x450x100 mm para colectores de 2 a 3 vías	450	500	100	400	450
49RK10060	Armario de 600x450x100 mm para colectores de 4 a 8 vías	650	500	100	600	450
49RK10070	Armario de 800x450x100 mm para colectores de 9 a 11 vías	850	500	100	800	450
49RK10080	Armario de 1.000x450x100 mm para colectores de 12 vías	1050	500	100	1000	450

Taula 4.33 Full d'especificacions dels armaris dels distribuïdors de terra radiant



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Panell aïllant autoportant de tetons	Data: 16-4-2007
		Codi:	
Funció: Reduir les pèrdues de calor/fred en el forjat inferior dels locals, disminuint les aportacions tèrmiques necessàries a la instal·lació i el consum energètic de la mateixa.			
Marca comercial:  (cat. Lurbero para el precio)		Model: SRPAN 30	
Dades tècniques: Pas: 80 mm Densitat: 25 kg/m³ Conductivitat tèrmica: 0,03 W/m°C Resistència tèrmica: 0,75 m²K/W Resistència a la compressió amb deformació del 10%: 150 Kpa		Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Poliestirè expandit			
Dimensions (mm): 1050mm x 900mm x 30mm 			

Taula 4.34 Full d'especificacions del panell aïllant de terra radiant





Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Film antihumitat	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: Actuar com a barrera d'antihumitat entre el sòl base i els panell aïllants situats sota les canonades		
Marca comercial: 	Model:	
Dades tècniques: Impermeable	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Polietilè		
Dimensions (mm): 2m x 100m i un espessor de 0,2mm		

Taula 4.35 Full d'especificacions del film antihumitat



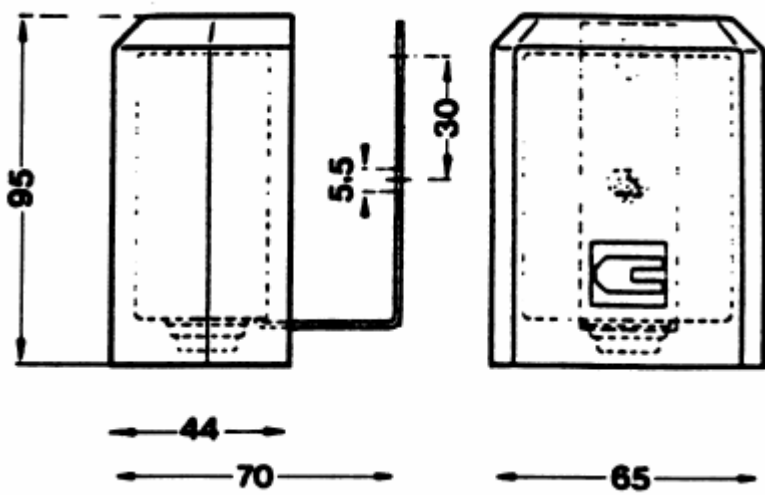
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Banda perimetral	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: Absorbir les dilatacions que es produeixen al morter de ciment situat sobre els tubs emissors, degut a l'escalfament i refredament dels mateixos. També produeix un efecte aïllant, evitant ponts tèrmics i acústics		
Marca comercial:		Model: SRBAN-1
Dades tècniques: Impermeable Unitat de venda: 50m/bobina	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Polietilè		

Taula 4.36 Full d'especificacions de la banda perimetral



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




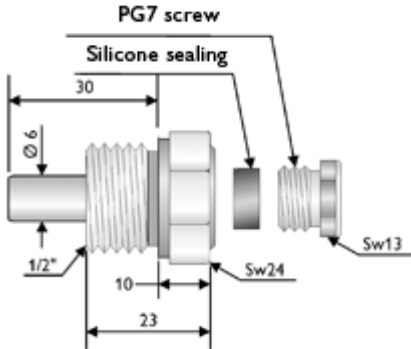
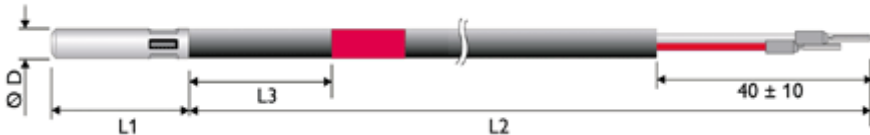
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Sondes de temperatura exterior	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: mesurar la temperatura exterior i enviar la lectura a la centraleta de regulació.		
Marca comercial: 	Model: NTC20k	
Dades tècniques: Tipus de sensor: AF 20 Model de sensor: NTC20k Temperatura de treball: de -30°C fins a 60°C Dimensions (mm): 95 x 65 x 70	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Carcassa de plàstic ABS		
Dimensions (mm): 		

Taula 4.37 Full d'especificacions de la sonda de temperatura exterior



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





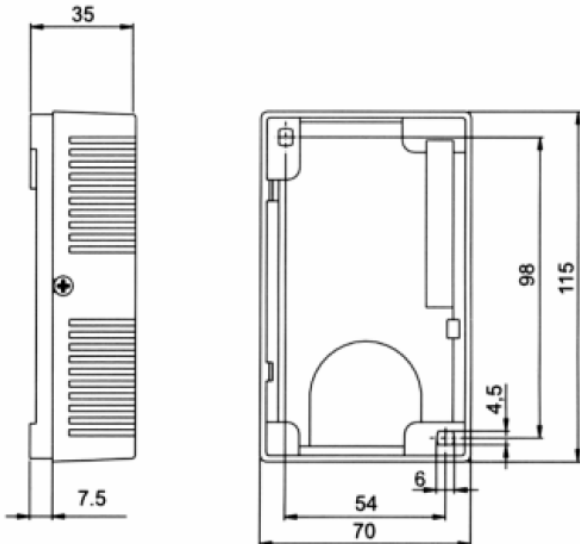
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Sonda de temperatura retorn	Data: 16-4-2007
		Codi:	
Funció: mesurar la temperatura de retorn del terra radiant i enviar la lectura a la centraleta de regulació.			
Marca comercial:		Model: T28	
Dades tècniques: Tipus de sensor: PT1000 Model del sensor: FKP 5,5 Camp de mesura: des de -10°C fins a 150°C Connexions de la T: 1 ½” Rosca de l’allotjament del sensor: 1/2”		Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Cos: bronze, Junes: silicona, Sensor: platí.			
Dimensions (mm): Allotjament del sensor: D = 6, L ₁ = 30, L ₂ = 23			
			
Sensor: D = 5,5, L ₁ = 28, L ₂ = 1.472			
			

Taula 4.38 Full d'especificacions de la sonda de temperatura



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




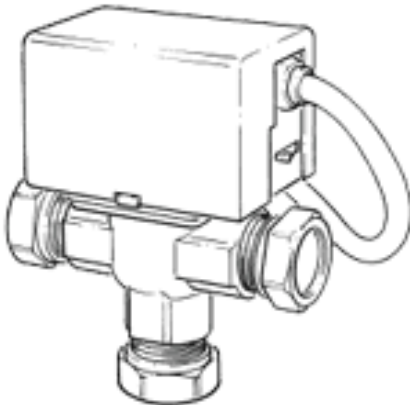
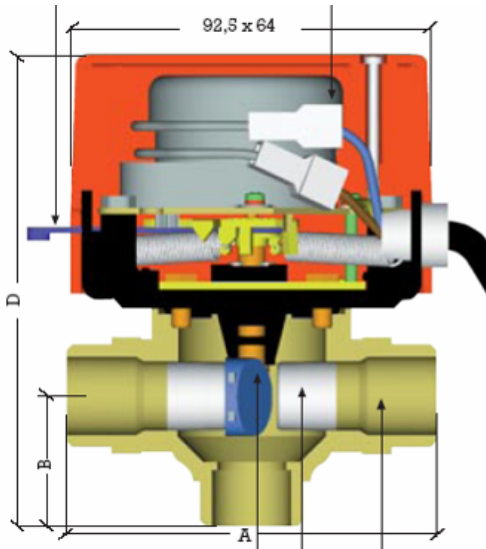
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Termòstats analògics	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: mantenir la temperatura ambient de la vivenda segons la voluntat dels usuaris.		
Marca comercial:		Model: DB-EZN
Dades tècniques: Temperatura regulable des de 6°C fins a 30°C Alimentació: 1~230 V Protecció: IP 30	Esquema/Imatge: 	
Dimensions (mm): Alçada: 115, Llargada: 70, Amplada: 35		
<div></div>		

Taula 4.39 Full d'especificacions dels termòstats



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




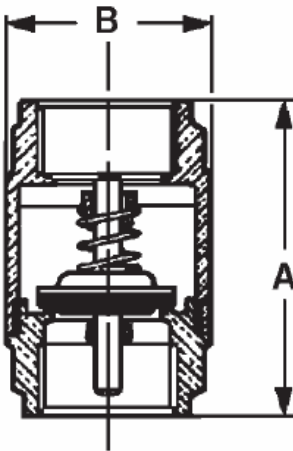
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Electrovàlvules de 3 vies	Data: 16-4-2007
	Codi: ET-01 i ET-02	
Funció: deixar circular o no el fluid caloportador cap a la canonada d'impulsió depenent de la temperatura de retorn, segons les ordres que arribin des de la centraleta de regulació.		
Marca comercial:		Model: 3V 1 1/2"
Dades tècniques: Vàlvula motoritzada desviadora tot-res Motor d'histèresi 230 V 50 Hz Consum: 6 W Temperatura de treball: de 5°C a 88°C Temperatura ambient màxima: 50°C Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa Temps d'obertura màxim: 12 s Temps de tancament màxim: 5 s Sense tensió, l'obturador retorna per sí sol a la posició de partida Longitud del cable: 60 cm Estanquitat garantida mitjançant 3 juntes tòriques Connexions: 1 1/2"	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Juntes: EDPM, Èmbol d'obturació: etilè-propilè		
Dimensions (mm): A = 94,5, B = 33,5, D = 120,5		
		

Taula 4.40 Full d'especificacions de les electrovàlvules de tres vies



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





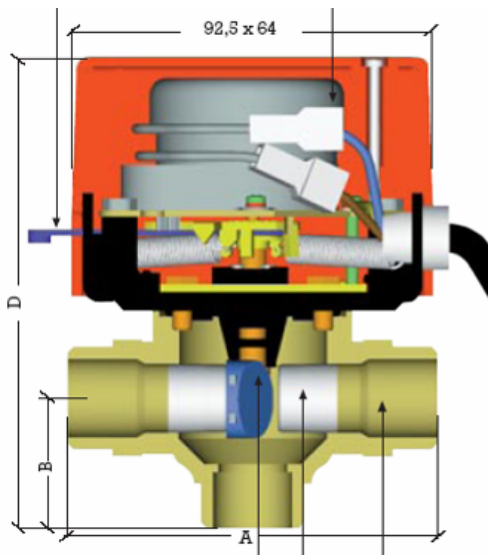
Projecte: Disseny d'una instal•lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Vàlvules de retenció	Data: 16-4-2007																																																							
	Codi:																																																								
Funció: garantir el sentit del flux del fluid circulant pels circuits hidràulics.																																																									
Marca comercial:	EUROPA	Model: 1-1/2"																																																							
Dades tècniques: Temperatura de treball: de -20°C a 100°C Pressió màxima: veure taula Posició de treball: qualsevol	Esquema/Imatge: 																																																								
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Èmbol: acer inoxidable AISI-304																																																									
Dimensions: 																																																									
<table><tr><th>Rosca</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th><th>2"</th><th>2-1/2"</th><th>3"</th><th>4"</th></tr><tr><td>A (mm)</td><td>55</td><td>58,5</td><td>65</td><td>74,5</td><td>83</td><td>93</td><td>101</td><td>122</td><td>141,5</td><td>158,5</td></tr><tr><td>B (mm)</td><td>34,5</td><td>34,5</td><td>41,5</td><td>48</td><td>60,5</td><td>61</td><td>87</td><td>120</td><td>140,5</td><td>172,5</td></tr><tr><td>Presión máxima (Kg/cm²)</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td><td>25</td><td>18</td><td>18</td><td>18</td><td>12</td><td>12</td><td>12</td></tr><tr><td>Embalaje (uds./caja)</td><td>10</td><td>10</td><td>8</td><td>6</td><td>4</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	A (mm)	55	58,5	65	74,5	83	93	101	122	141,5	158,5	B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	61	87	120	140,5	172,5	Presión máxima (Kg/cm²)	25	25	25	25	18	18	18	12	12	12	Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4	2	1	1	1		
Rosca	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"																																															
A (mm)	55	58,5	65	74,5	83	93	101	122	141,5	158,5																																															
B (mm)	34,5	34,5	41,5	48	60,5	61	87	120	140,5	172,5																																															
Presión máxima (Kg/cm²)	25	25	25	25	18	18	18	12	12	12																																															
Embalaje (uds./caja)	10	10	8	6	4	4	2	1	1	1																																															

Taula 4.41 Full d'especificacions de les vàlvules de retenció



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez





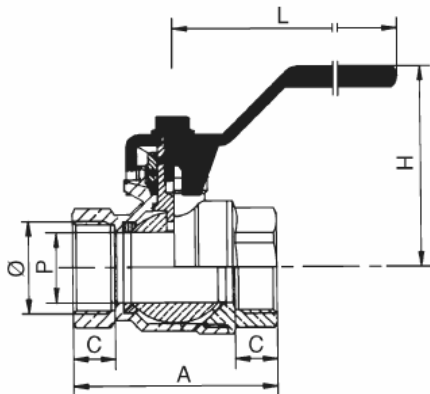
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Electrovàlvules de 2 vies	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: deixar circular o no l'aigua del circuit de climatització cap als circuits de terra radiant i els fans coils, segons les ordres que arribin des de les respectives centraletes de regulació.		
Marca comercial:		Model: 2V 1 ½ ”
Dades tècniques: Vàlvula motoritzada desviadora tot-res Motor d'histèresi 230 V 50 Hz Consum: 6 W Temperatura de treball: de 5°C a 88°C Temperatura ambient màxima: 50°C Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa Temps d'obertura màxim: 12 s Temps de tancament màxim: 5 s Sense tensió, l'obturador retorna per sí sol a la posició de partida Longitud del cable: 60 cm Estanquitat garantida mitjançant 3 juntes tòriques Connexions: 1 ½ ”	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Cos: llautó estampat, Juntes: EDPM, Èmbol d'obturació: etilè-propilè		
Dimensions (mm): A = 94,5, B = 21, D = 108		
		

Taula 4.42 Full d'especificacions de les electrovàlvules de dos vies



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez




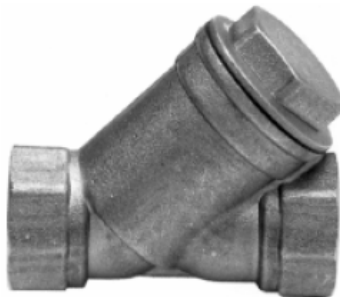
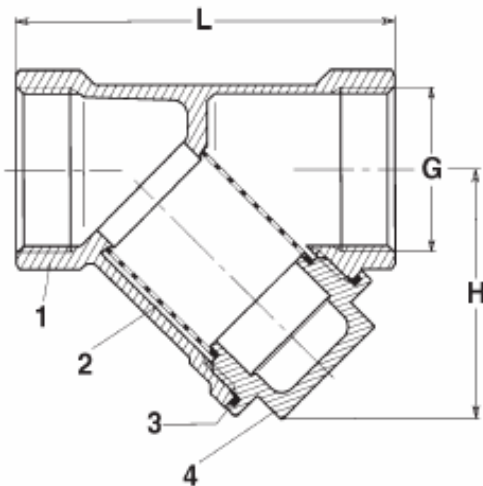
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Vàlvules de bola	Data: 16-4-2007																																																																																				
		Codi:																																																																																					
Funció: interrompre manualment el pas dels fluids en determinats punts dels circuits.																																																																																							
Marca comercial: 		Model: 1" i 1-1/2"																																																																																					
Dades tècniques: Temperatura de treball del fluid: de 0°C a 150°C Temperatura de ambient de treball: de -10°C a 150°C Pressió màxima de servei: 2.500 kPa		Esquema/Imatge: 																																																																																					
Materials de construcció: Cos: llautó cromat, Bola: llautó cromat, Seients: tefló (PTFE), Premsaestopa: llautó, Junta premsaestopa: tefló, Palanca: acer cromat, Revestiment palanca: PVC roig																																																																																							
Dimensions: DIMENSIONES (mm) Y PESO (gr) <table><tr><th>Ø</th><th>A</th><th>C</th><th>H</th><th>L</th><th>P</th><th>Peso</th></tr><tr><td>1/4"</td><td>39</td><td>9</td><td>41</td><td>80</td><td>10</td><td>110</td></tr><tr><td>3/8"</td><td>39</td><td>9</td><td>41</td><td>80</td><td>10</td><td>120</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>49</td><td>11,5</td><td>53</td><td>90</td><td>15</td><td>225</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>58</td><td>12</td><td>57</td><td>90</td><td>20</td><td>305</td></tr><tr><td>1"</td><td>67</td><td>14,5</td><td>65</td><td>125</td><td>25</td><td>510</td></tr><tr><td>1-1/4"</td><td>81</td><td>16</td><td>71</td><td>125</td><td>32</td><td>810</td></tr><tr><td>1-1/2"</td><td>94</td><td>17</td><td>79</td><td>140</td><td>40</td><td>1.250</td></tr><tr><td>2"</td><td>110</td><td>19</td><td>87</td><td>140</td><td>50</td><td>1.800</td></tr><tr><td>2-1/2"</td><td>141</td><td>25</td><td>117</td><td>200</td><td>65</td><td>3.450</td></tr><tr><td>3"</td><td>163</td><td>27</td><td>132</td><td>280</td><td>80</td><td>5.380</td></tr><tr><td>4"</td><td>188</td><td>31</td><td>144</td><td>280</td><td>100</td><td>8.600</td></tr></table> 				Ø	A	C	H	L	P	Peso	1/4"	39	9	41	80	10	110	3/8"	39	9	41	80	10	120	1/2"	49	11,5	53	90	15	225	3/4"	58	12	57	90	20	305	1"	67	14,5	65	125	25	510	1-1/4"	81	16	71	125	32	810	1-1/2"	94	17	79	140	40	1.250	2"	110	19	87	140	50	1.800	2-1/2"	141	25	117	200	65	3.450	3"	163	27	132	280	80	5.380	4"	188	31	144	280	100	8.600
Ø	A	C	H	L	P	Peso																																																																																	
1/4"	39	9	41	80	10	110																																																																																	
3/8"	39	9	41	80	10	120																																																																																	
1/2"	49	11,5	53	90	15	225																																																																																	
3/4"	58	12	57	90	20	305																																																																																	
1"	67	14,5	65	125	25	510																																																																																	
1-1/4"	81	16	71	125	32	810																																																																																	
1-1/2"	94	17	79	140	40	1.250																																																																																	
2"	110	19	87	140	50	1.800																																																																																	
2-1/2"	141	25	117	200	65	3.450																																																																																	
3"	163	27	132	280	80	5.380																																																																																	
4"	188	31	144	280	100	8.600																																																																																	

Taula 4.43 Full d'especificacions de les vàlvules de tall



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Filtres de partícules sòlides	Data: 16-4-2007																					
		Codi:																						
Funció: retenir les partícules sòlides a l'aspiració de les bombes de circulació i a l'entrada de l'aigua de la xarxa per garantir el bon funcionament de la instal·lació.																								
Marca comercial:		Model: 1" i 1-1/2"																						
Dades tècniques: Temperatura màxima de treball: 110°C Pressió màxima de treball: 1.600 kPa Perforació de la malla: 0,5 mm		Esquema/Imatge: 																						
Materials de construcció: Cos: llautó, Malla: acer inoxidable, Junta plana: NBR, Tap: llautó																								
Dimensions:  <table><tr><td>G</td><td>3/8"</td><td>1/2"</td><td>3/4"</td><td>1"</td><td>1-1/4"</td><td>1-1/2"</td></tr><tr><td>H (mm)</td><td>48</td><td>48</td><td>48</td><td>56</td><td>64</td><td>72</td></tr><tr><td>L (mm)</td><td>55</td><td>55</td><td>70</td><td>87</td><td>96</td><td>106</td></tr></table>				G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	H (mm)	48	48	48	56	64	72	L (mm)	55	55	70	87	96	106
G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"																		
H (mm)	48	48	48	56	64	72																		
L (mm)	55	55	70	87	96	106																		

Taula 4.44 Full d'especificacions dels filtres



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

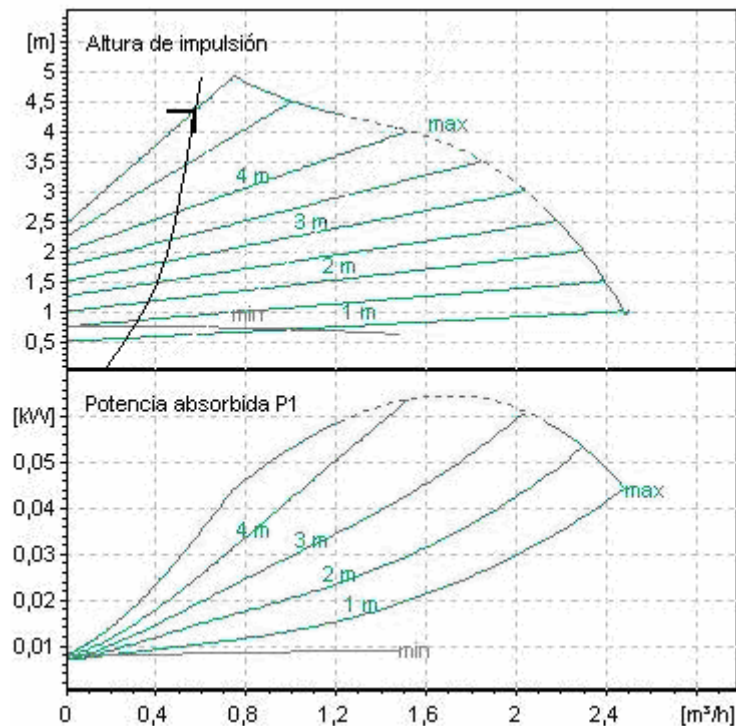
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Bomba de circulació planta baixa	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: Impulsar l'aigua del circuit de climatització cap als tubs de terra radiant i el fan-coil de la planta baixa		
Marca comercial:		Model: Stratos ECO-ST 25/1-5
Dades tècniques: Bomba centrífuga de rotor humit Commutació manual de tres velocitats Motor resistent al bloqueig Pressió màxima de treball: 1.000 kPa Potència màxima: 63 W RPM màx: 2.200 Alimentació: 1~230 V/50Hz Temperatura de treball: des de -10°C fins a 110°C Connexions: 1 ½ ” Punt de funcionament: 0,51 m³/h i 4,4 m.c.a Fluid: Propilenglicol 30%	Esquema/Imatge: 	



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

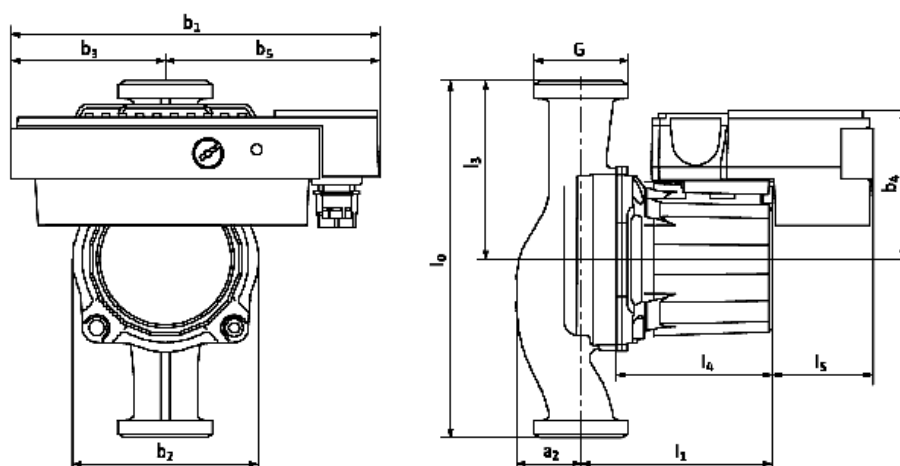


Diagrama característic:



Materials de construcció: Carcassa: fosa gris, Rodet: polipropilè reforçat amb fibra de vidre, Eix: acer al crom, Coixinets: grafit.

Dimensions (mm): $l_0=180$; $a_2=32,5$; $b_1=184,8$; $b_2=92,5$; $b_3=77,5$; $b_4=73$; $b_5=107,3$; $l_1=96$; $l_4=78$; $l_5=50$; $G=40$; $l_3=90$.



Taula 4.45 Full d'especificacions de la bomba de circulació de la planta baixa



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez

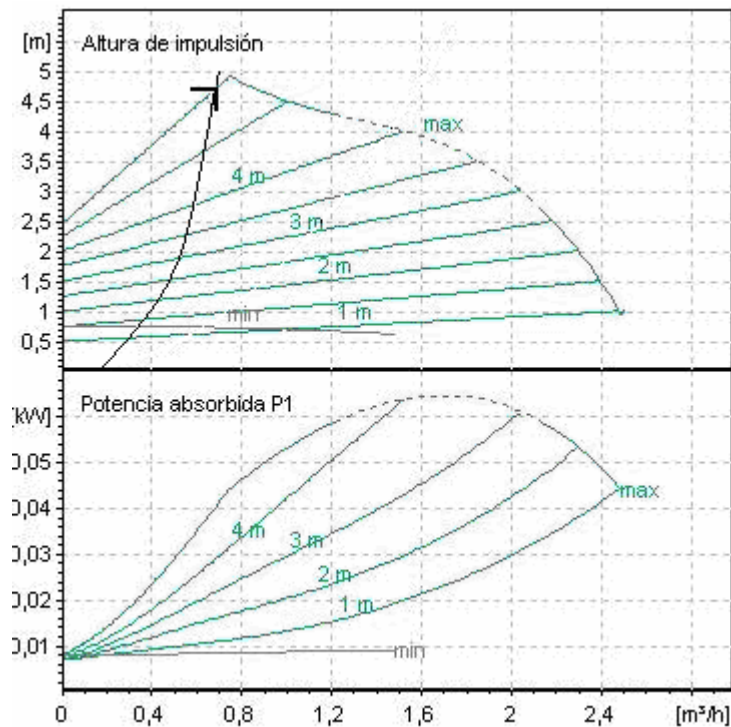
Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Bomba de circulació primera planta	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: Impulsar l'aigua del circuit de climatització cap als tubs de terra radiant i el fan-coil de la primera planta		
Marca comercial:		Model: Stratos ECO-ST 25/1-5
Dades tècniques: Bomba centrífuga de rotor humit Commutació manual de tres velocitats Motor resistent al bloqueig Pressió màxima de treball: 1.000 kPa Potència màxima: 63 W RPM màx: 2.200 Alimentació: 1~230 V/50Hz Temperatura de treball: des de -10°C fins a 110°C Connexions: 1 ½ ” Punt de funcionament: 0,59 m³/h i 4,8 m.c.a Fluid: Propilenglicol 30%		Esquema/Imatge: 



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Diagrama característic:



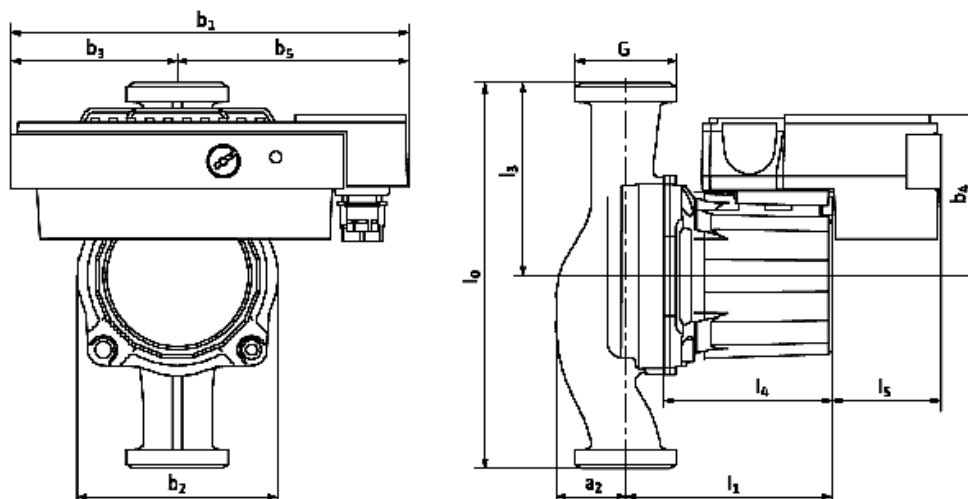
Materials de construcció: Carcassa: fosa gris, Rodet: polipropilè reforçat amb fibra de vidre, Eix: acer al crom, Coixinets: grafit.





Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Dimensions (mm): $l_0=180$; $a_2=32,5$; $b_1=184,8$; $b_2=92,5$; $b_3=77,5$; $b_4=73$; $b_5=107,3$; $l_1=96$; $l_4=78$; $l_5=50$; $G=40$; $l_3=90$.



Taula 4.46 Full d'especificacions de la bomba de circulació de la primera planta

Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Vas d'expansió del circuit d'ACS	Data: 16-4-2007
	Codi: VX-01	
Funció: Absorbir les variacions de volum del fluid caloportador contingut en el circuit d'ACS degut als canvis de temperatura que aquest experimenta.		
Marca comercial:		Model: AMR-B
Dades tècniques: Vas d'expansió tancat de membrana fixa Temperatura de funcionament: des de -10°C fins a 110°C Capacitat: 5 L Pressió màxima de treball: 10 bar Pressió de precàrrega: 3 bar Connexió hidràulica: 3/4" Gas contingut a la cambra: nitrogen	Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Membrana: cautxú sintètic, Dipòsit: acer		



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Dimensions: H = 328 mm, D = 200 mm




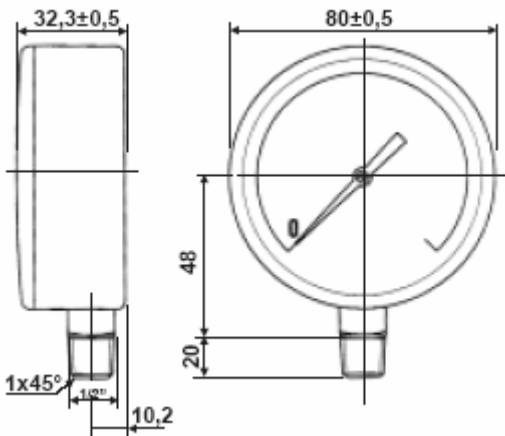
Taula 4.47 Full d'especificacions del vas d'expansió de la zona 3

Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Manòmetres verticals	Data: 16-4-2007
	Codi:	
Funció: mesurar la pressió existent en diferents punts dels circuits.		
Marca comercial:		Model: IM 30 503



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



<p>Dades tècniques:</p> <p>Manòmetre d'agulla de connexió radial</p> <p>Camp de mesura: 0-400 kPa</p> <p>Precisió: $\pm 2,5\%$ fons escala</p> <p>Connexió: 1/2"</p> <p>Pressió estàtica de servei: 10-75% fons escala</p> <p>Pressió dinàmica de servei: 10-66% fons escala</p> <p>Pressió màxima en interval curt de temps: 75-100% fons escala</p> <p>Temperatura ambient de treball: de -20°C a 60°C</p> <p>Temperatura del fluid de treball: de -20°C a 60°C</p> <p>Sobrepresió màxima: 125% fons escala</p>	<p>Esquema/Imatge:</p> 
<p>Materials de construcció: Caixa: acer negre, Esfera: alumini blanc, Agulla: alumini negre, Visor: policarbonat, Element de mesura: aliatge de coure, Mecanisme: aliatge de coure, Pern de connexió: aliatge de coure</p>	
<p>Dimensions:</p> 	


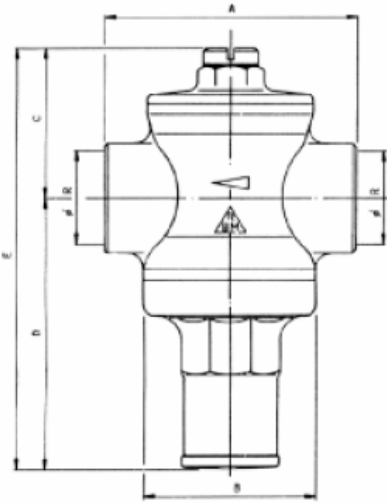
Taula 4.48 Fulls d'especificacions dels manòmetres

<p>Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge</p>	<p>Nom: Vàlvula reductora de pressió</p>	<p>Data: 16-4-2007</p>
	<p>Codi: VR-01</p>	
<p>Funció: reduir la pressió de l'aigua de la xarxa fins a un valor adequat per al circuit d'ACS</p>		
<p>Marca comercial: RINOX</p>	<p>Model: 1"</p>	



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



<p>Dades tècniques:</p> <p>Pressió d'entrada màxima: 1.500 kPa</p> <p>Pressió de sortida: de 50 kPa a 400 kPa</p> <p>Temperatura màxima: 70°C</p> <p>Presa per a manòmetre 1/4" amb tap</p>	<p>Esquema/Imatge:</p> 
<p>Materials de construcció: Cos: llautó estampat niquelat, Molla: acer zincat, Seient: acer inoxidable AISI 304, Junta: etilè-propilè, Obturador: goma nitrilítica,</p>	
<p>Dimensions(mm): A = 91, B = 60, C = 58, D = 102, E = 160</p> 	



Taula 4.49 Full d'especificacions de la vàlvula reductora de pressió

Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Aïllament de canonades	Data: 16-4-2007
	Codi: -	
Funció: aïllar tèrmicament les canonades de la instal·lació, tant els fluids calents com els freds.		



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Marca comercial:		Model: -																																
Dades tècniques: Temperatura d'utilització: de -45°C a 105°C Coeficient de conductivitat tèrmica: A 0°C: 0,034 W/m·°C A 10°C: 0,036 W/m·°C A 40°C: 0,039 W/m·°C Factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua: μ 5.000 Resistència al foc classe 1: M1-23727 / UNE Resistència a l'ozó: excel·lent Resistència als fongs: excel·lent Resistència als agents atmosfèrics: excel·lent Olor: neutra		Esquema/Imatge: 																																
Materials de construcció: Aïllament: elastòmer extruït de cèl·lula tancada nitril-PVC																																		
Dimensions: <table><tr><th>Tipus</th><th>Diàmetre interior</th><th>Espessor (mm)</th><th>Espessor total (mm)</th></tr><tr><td>28x19</td><td>1"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>35x19</td><td>1-1/4"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>42x19</td><td>1-1/2"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>70x13</td><td>1" + 28x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>76x13</td><td>1-1/4" + 35x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>89x13</td><td>1-1/2" + 42x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>89x19</td><td>1-1/2" + 42x19</td><td>19</td><td>48</td></tr></table>			Tipus	Diàmetre interior	Espessor (mm)	Espessor total (mm)	28x19	1"	19	19	35x19	1-1/4"	19	19	42x19	1-1/2"	19	19	70x13	1" + 28x19	13	32	76x13	1-1/4" + 35x19	13	32	89x13	1-1/2" + 42x19	13	32	89x19	1-1/2" + 42x19	19	48
Tipus	Diàmetre interior	Espessor (mm)	Espessor total (mm)																															
28x19	1"	19	19																															
35x19	1-1/4"	19	19																															
42x19	1-1/2"	19	19																															
70x13	1" + 28x19	13	32																															
76x13	1-1/4" + 35x19	13	32																															
89x13	1-1/2" + 42x19	13	32																															
89x19	1-1/2" + 42x19	19	48																															


Taula 4.50 Fulls d'especificacions de l'aïllament de canonades

Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Centraleta regulació	Data: 16-4-2007
	Codi: CR-03, CR-04	
Funció: Regular cada element de la instal·lació per al seu correcte funcionament		


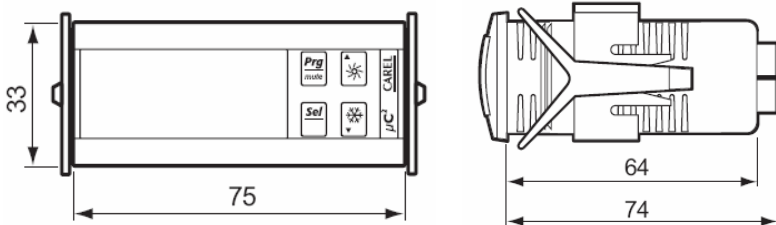


Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Marca comercial:	uponor	Model: Comfort System
Dades tècniques: Tensió alimentació: 220 V Capaç de controlar fins a 12 termoactuadors Tensió sortida: a 24 V i a 220 V	Esquema/Imatge: 	
Dimensions (mm): 265 x 81 x 35		

Taula 4.51 Full d'especificacions de les centraletes de regulació de la zona 2

Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Nom: Centraleta regulació	Data: 16-4-2007
		Codi: CR-01	
Funció: Regular el funcionament de la bomba de calor			
Marca comercial:	CIATESA	Model: µChiller ²	
Dades tècniques: Tensió alimentació: 220 V Potència d'entrada màxima: 3 W Condicions treball: de 10°C a 50 °C fins a 90% Hr. Protecció panell frontal: IP55 Aïllament elèctric dels materials >250 V		Esquema/Imatge: 	
Dimensions (mm): 			

Taula 4.52 Full d'especificacions de la centraleta de regulació de la zona 1

Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge	Nom: Dipòsit d'ACS	Data: 16-4-2007
	Codi: DA-01	



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Funció: acumular aigua calenta sanitària per al seu consum domèstic, a partir d'energia geotèrmica a l'hivern a través del bescanviador, o bé gràcies a una resistència elèctrica incorporada.

Marca comercial:**Model:** BDS 1150 M**Dades tècniques:**

Disposició: mural

Volum d'acumulació: 150 L

Superfície de bescanvi del serpentí: 0,81 m²

Potència tèrmica del serpentí: 30 kW

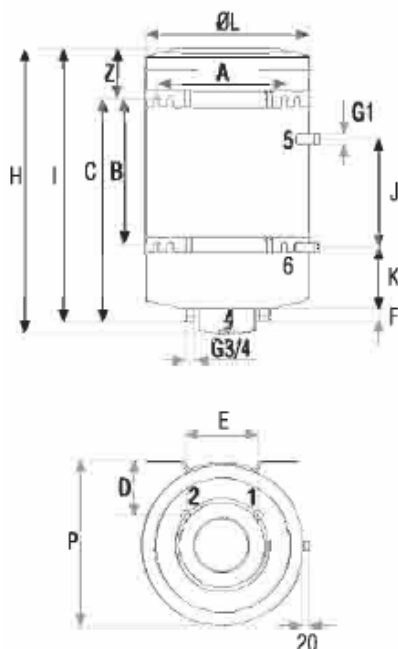
Potència elèctrica de la resistència: 2,4 kW

Protecció contra la corrosió: Ànode de magnesi

Espessor d'aïllament: 50 mm

Pèrdues en stand-by: 75 W

Pes en buit: 66 kg

Esquema/Imatge:**Materials de construcció:** Dipòsit: acer vitrificat, Ànode: magnesi, Aïllant: poliuretà d'alta densitat**Dimensions:** 1: Entrada d'aigua freda, 2: Sortida d'aigua calenta, 4: Resistència elèctrica, 5: Presa superior bescanviador, 6: Presa inferior bescanviador

Dimensiones				
	BDS 1100 M	BDS 1150 M	BDS 1100	BDS 1150
A	440	440	----	----
B	320	800	----	----
C	570	1050	3/4"	3/4"
D	175	175	1"	1"
E	230	230	230	230
E'	----	----	95,5	95,5
F	43	43	43	43
H	906	1245	890	1215
I	874	1215	----	----
J	340	340	380	380
K	200	200	202,5	202,5
L	515	515	515	515
Z	304	165	----	----
P	528	528	600	600
Conexiones ACS			3/4"	
Conexiones Intercambiadores			1"	

Taula 4.53 Full d'especificacions del dipòsit d'ACS

Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS
amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema


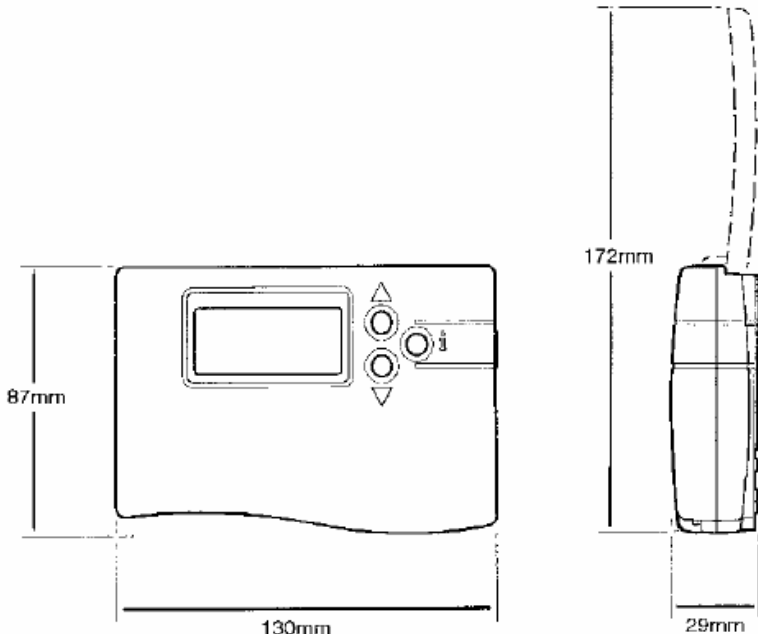
Nom:
Centralita de regulació

Data:
16-04-2007



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge.		Codi: CR-05	
Funció: recollir informació dels diferents sensors de la instal·lació i regular el funcionament de la mateixa			
Marca comercial:		Honeywell	Model: CM67RFGN
Dades tècniques: Nombre d'entrades: 10 Nombre de sortides: 6 Teclat: 3 botons Alimentació: 1~230 V/50Hz Tipus de protecció: IP 30 Muntatge: mural Rang de temperatures programables: de 5°C a 30°C		Esquema/Imatge: 	
Materials de construcció: Carcassa: PC-ABS			
Dimensions (mm): 			


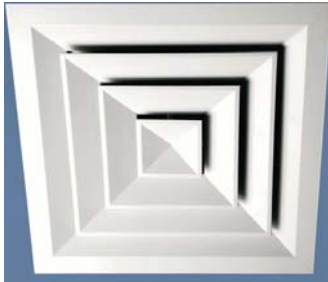
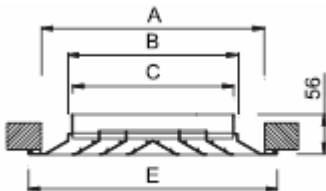
Taula 4.54 Full d'especificacions de la centralita de regulació

Projecte: Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional	Nom: Difusor plenum	Data: 16-4-2007
---	----------------------------	------------------------



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge		Codi:		
Funció: Impulsar l'aire de la vivenda cap al plènum per al posterior filtratge				
Marca comercial:		Model: DCP		
				
Dades tècniques:		Esquema/Imatge:		
<p>Difusor quadrat de 4 direccions amb secció interior desmuntable. Con central de perfil inclinat paral·lel a les aletes.</p> <p>Fixació amb pont de muntatge mitjançant un cargol central.</p>				
Materials de construcció: Alumini extruït				
Dimensions:				
				
	E	A	C	B
150 x 150	259	219	137	148
225 x 225	332	292	212	223
300 x 300	407	367	287	298
375 x 375	482	442	362	373
450 x 450	557	517	437	448
490 x 490	595	555	475	488
525 x 525	632	592	511	523
600 x 600	707	667	587	598

Taula 4.55 Full d'especificacions dels difusors de plènum



5

ESTAT D'AMIDAMENTS



ÍNDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS

ÍNDEX DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS.....	631
5.1 ESTAT D'AMIDAMENTS INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL.....	632
5.1.1 Relació de partides.....	632
5.1.2 Estat d'amidaments per partides.....	633
5.1.2.1 Amidaments de la partida 1: Caldera de gas.....	633
5.1.2.2 Amidaments de la partida 2: Calefacció.....	634
5.1.2.3 Amidaments de la partida 3: ACS.....	635
5.1.2.4 Amidaments de la partida 4: Refrigeració planta baixa.....	636
5.1.2.5 Amidaments de la partida 5: Refrigeració primera planta.....	637
5.2 ESTAT D'AMIDAMENTS INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA.....	638
5.2.1 Relació per partides.....	638
5.2.2 Estat d'amidaments per partides.....	639
5.2.2.1 Amidaments de la partida 1: Bescanviador geotèrmic...	639
5.2.2.2 Amidaments de la partida 2: Climatització.....	640
5.2.2.3 Amidaments de la partida 3: ACS.....	642

5.1 ESTAT D'AMIDAMENTS INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL

5.1.1 Relació de partides

La relació de partides amb la que s'ha dividit l'estat d'amidaments i el pressupost es correspon amb l'agrupament d'elements que s'ha fet a la memòria i als plànols.

Aquest agrupament es basa en una divisió per zones:

- Partida 1: Caldera de gas (correspon a la zona 1).
- Partida 2: Calefacció (correspon a la zona 2).
- Partida 3: ACS (correspon a la zona 3).
- Partida 4: Refrigeració planta baixa (correspon a la zona 4).
- Partida 5: Refrigeració planta primera (correspon a la zona 5).



5.1.2 Estat d'amidaments per partides

5.1.2.1 Amidaments de la partida 1: Caldera de gas

Concepte	Unitat	Quantitat
Caldera de gas SAUNIER DUVAL model F 30 E	ut	1
Canonada de multicapa de 40 BARBI de 5 m	m	1
Reducció de secció de 1-1/2" a 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	1
Reducció de secció de 1-1/4" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	1
Colze de 90° de 1" NACOBRE	ut	1
Vàlvula de bola de 1" ROCA	ut	1
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1"	ut	1
Ajudant lampista	h	5
Oficial 1era lampista	h	5



5.1.2.2 Amidaments de la partida 2: Calefacció

Concepte	Unitat	Quantitat
Vàlvula de bola 1-1/2" ROCA	ut	9
Vàlvula de retenció de 1-1/2" EUROPA	ut	1
Canonada de MULTICAPA de 32 BARBI de 5m	m	25
Canonada de MULTICAPA de 25 BARBI de 5m	m	5
Abraçadora 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	60
Reducció de secció de 1-1/4" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	15
Colze de 90° de 1-1/4" NACOBRE	ut	30
Colze de 90° de 1" NACOBRE	ut	26
T de 1-1/4" NACOBRE	ut	16
Elements per radiadors SAHARA 700/80	ut	13
Elements per radiadors SAHARA 800/80	ut	46
Elements per radiadors GARDA 1200	ut	6
Elements per radiadors GARDA 2000	ut	2
Bomba WILO Star-RS 25/4 Classic Star	ut	1
Joc de racors bomba 1-1/4" ROCA	ut	1
Filtre de llautó de 1-1/2" SALVADOR ESCODA	ut	1
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1/2"	ut	1
Purgador automàtic VOSS Purg-O-Mat 150 3/8"	ut	2
Purgador manual GIACOMINI R68 1/8"	ut	15
Electrovàlvula de 2 vies de 1" ORKLI	ut	2
Col·lector M-H 1" amb 2 sortides M 3/4" vàlvula vermella	ut	1
Col·lector M-H 1" amb 2 sortides M 3/4" vàlvula vermella	ut	1
Caixa de plàstic per a col·lectors	ut	2
Centraleta de regulació HONEYWELL CM67RFGN	ut	1
Ajudant lampista	h	36
Oficial 1era lampista	h	36



5.1.2.3 Amidaments de la partida 3: ACS

Concepte	Unitat	Quantitat
Vàlvula reductora de pressió 1-1/4" EUROBRASS	ut	1
Filtre de llautó de 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	1
Vàlvula de retenció de 1 1/4" EUROPA	ut	1
Vàlvula de seguretat regulable 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	1
Vàlvula de bola 1-1/4" ROCA	ut	1
Desaigüe	ut	1
Ajudant lampista	h	2
Oficial 1era lampista	h	2



5.1.2.4 Amidaments de la partida 4: Refrigeració planta baixa

Concepte	Unitat	Quantitat
Equip de refrigeració CIATESA model Strato RSN 40M	ut	1
Planxa de llana de vidre CLIMAVER PLUS R de 3,6 m ²	ut	6
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	5
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	1
Cola CLIMAVER pot d'1 L	ut	1
Cinta CLIMAVER rotllo de 50 m	ut	1
Maleta d'eines ESCOPLUS	ut	1
Rail de suspensió	ut	15
Vareta roscada diàmetre 6	ut	30
Femella diàmetre 6	ut	30
Arandel·la diàmetre 6/18	ut	30
Ajudant lampista	h	15
Oficial 1era lampista	h	15



5.1.2.5 Amidaments de la partida 5: Refrigeració planta primera

Concepte	Unitat	Quantitat
Equip de refrigeració CIATESA model Strato RSN 25	ut	1
Planxa de llana de vidre CLIMAVER PLUS R de 3,6 m ²	ut	3
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	4
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	1
Cola CLIMAVER caixa 12 pots d'1 L	ut	1
Cinta CLIMAVER caixa 12 rotllos de 50 m	ut	1
Maleta d'eines ESCOPLUS	ut	1
Rail de suspensió	ut	7
Vareta roscada diàmetre 6	ut	14
Femella diàmetre 6	ut	14
Arandel·la diàmetre 6/18	ut	14
Ajudant lampista	h	12
Oficial 1era lampista	h	12

5.2 ESTAT D'AMIDAMENTS INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA

5.2.1 Relació de partides

La relació de partides amb la que s'ha dividit l'estat d'amidaments i el pressupost de la instal·lació geotèrmica es correspon amb l'agrupament d'elements que s'ha fet a la memòria i als plànols.

Aquest agrupament es basa en una divisió per zones:

- Partida 1: Bescanviador geotèrmic (correspon a la zona 1).
- Partida 2: Climatització (correspon a la zona 2).
- Partida 3: ACS (correspon a la zona 3).



5.2.2 Estat d'amidaments per partides

5.2.2.1 Amidaments de la partida 1: Bescanviador geotèrmic

Concepte	Unitat	Quantitat
Canonada polietilè 32 1 ½" BARBI	m	100
Canonada polietilè 32 2 ½" BARBI	m	1
Reducció de secció de 2 ½" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	2
Reducció de secció de 2 ½" a 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	2
Te d' 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	4
Centralita de regulació µChiller ² CIATESA	ut	1
Anticongelant propilenglicol HARTGARD. Bidó de 30 L.	L	30
Oficial 1era treballs geològics	h	15
Ajudant lampista	h	20
Oficial 1era lampista	h	20



5.2.2.2 Amidaments de la partida 2: Climatització

Concepte	Unitat	Quantitat
Bomba de calor geotèrmica IZEH-70 CIATESA	ut	1
Canonada polietilè amb barrera antioxigen BARBI 20 x 16,0	m	650
Col·lector terra radiant 5 circuits SAUNIER DUVAL	ut	1
Col·lector terra radiant 4 circuits SAUNIER DUVAL	ut	1
Armari col·lector terra radiant SAUNIER DUVAL	ut	2
Plafó aïllant autoportant de tetons SRPAN 30 ORKLI	ut	145
Film antihumitat polietilè SAUNIER DUVAL	ut	1
Banda perimetral polietilè SRBAN-1 (50m/ut) SAUNIER DUVAL	m	150
Additiu morter ORKLI 30 L.	L	18,43
Fan-coil MT-KCN 20 CIATESA	ut	2
Llana de vidre revestida CLIMAVER PLUS R ISOVER	m ²	18,92
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	9
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	2
Difusors d'aire plenum MADEL model DCP	ut	4
Cola CLIMAVER pot d'1 L	ut	1
Cinta CLIMAVER rotllo de 50 m	ut	1
Rail de suspensió	ut	15
Vareta roscada diàmetre 6	ut	30
Femella diàmetre 6	ut	30
Canonada de coure d'1" NACOBRE	m	7,22
Canonada de coure d'1 ½" NACOBRE	m	49,28
Sonda temperatura exterior NTC20k HONEYWELL	ut	1
Sonda temperatura T28 RESOL	ut	2
Sonda anticondensació	ut	2
Termòstat analògic DB-EZN SALVADOR ESCODA	ut	2
Electrovàlvula tres vies 3V 1 ½" ORKLI	ut	2
Vàlvula de retenció 1 ½" EUROPA	ut	6
Electrovàlvula dos vies 2V 1 ½" i 1"	ut	4
Vàlvula de bola 1 ½" i 1" VIR	ut	13
Filtre partícules sòlides 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	2
Bomba circulació Wilo Stratos ECO-ST 25/1-5	ut	2



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Manòmetre vertical IM 30 503 SALVADOR ESCODA	ut	2
Aïllament de canonades ISOCELL 28x19	m	7,22
Aïllament de canonades ISOCELL 42 x 19 + 89 x 13	m	49,28
Cinta adhesiva aïllant ISOCELL de 5 m.	m	56,5
Te d' 1 ½" x 1" x 1 ½" NACOBRE	ut	6
Te d' 1" x 1 ½" x 1 ½" NACOBRE	ut	2
Colze de 90° de 1 ½" NACOBRE	ut	20
Colze 90° de 1" NACOBRE	ut	8
Reducció de 1" a ½" NACOBRE	ut	4
Reducció de 1 ½" a 1" NACOBRE	ut	4
Abraçadora 1" SALVADOR ESCODA	ut	7
Abraçadora 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	56
Centralita de regulació Comfort System UPONOR	ut	2
Ajudant lampista	h	30
Oficial 1era lampista	h	30

5.2.2.3 Amidaments de la partida 3: ACS



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Concepte	Unitat	Quantitat
Dipòsit ACS Saunier Duval BDS 1150 ME	ut	1
Canonada de coure de 1" NACOBRE de 5 m	m	4
Abraçadora 1" SALVADOR ESCODA	ut	4
Colze de 90° de 1" NACOBRE	ut	8
Vàlvula reductora de pressió 1" RINOX	ut	1
Filtre de llautó de 1" SALVADOR ESCODA	ut	1
Vas d'expansió AMR-B SALVADOR ESCODA 5L	ut	1
Vàlvula de retenció de 1" EUROPA	ut	4
Vàlvula de seguretat regulable 1" SALVADOR ESCODA	ut	2
Vàlvula de bola de 1" VIR	ut	7
Electrovàlvula tres vies 2V 1" ORKLI	ut	2
Sonda de temperatura envainada RESOL FKP150	ut	1
Sonda temperatura T28 RESOL	ut	1
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1"	ut	1
Centraleta de regulació HONEYWELL CM67RFGN	ut	1
Ajudant lampista	h	5
Oficial 1era lampista	h	5



6

PRESSUPOST



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



ÍNDIX DEL PRESSUPOST

ÍNDIX DEL PRESSUPOST	644
6.1 PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL	646
6.1.1 Preus unitaris	646
6.1.1.1 Preus unitaris de la partida 1: Caldera de gas	646
6.1.1.2 Preus unitaris de la partida 2: Calefacció	647
6.1.1.3 Preus unitaris de la partida 3: ACS	648
6.1.1.4 Preus unitaris de la partida 4: Refrigeració planta baixa	649
6.1.1.5 Preus unitaris de la partida 5: Refrigeració primera planta	650
6.1.2 Pressupost per partides	651
6.1.2.1 Pressupost de la partida 1: Caldera de gas	651
6.1.2.2 Pressupost de la partida 2: Calefacció	652
6.1.2.3 Pressupost de la partida 3: ACS	653
6.1.2.4 Pressupost de la partida 4: Refrigeració planta baixa	654
6.1.2.5 Pressupost de la partida 5: Refrigeració primera planta	655
6.1.2.6 Resum del pressupost per partides	656
6.1.3 Pressupost general	656
6.2 PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	657
6.2.1 Preus unitaris	657
6.2.1.1 Preus unitaris de la partida 1: Bescanviador geotèrmic	657
6.2.1.2 Preus unitaris de la partida 2: Climatització	658
6.2.1.3 Preus unitaris de la partida 3: ACS	660
6.2.2 Pressupost per partides	661
6.2.2.1 Pressupost de la partida 1: Bescanviador geotèrmic	661
6.2.2.2 Pressupost de la partida 2: Climatització	662
6.2.2.3 Pressupost de la partida 3: ACS	664



6.2.2.4 Resum del pressupost per partides.....	665
6.2.3 Pressupost general.....	665
6.3 ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA.....	666
6.4 SUBVENCIONS.....	670



6.1 PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ CONVENCIONAL

6.1.1 Preus unitaris

6.1.1.1 Preus unitaris de la partida 1: Caldera de gas

Concepte	Unitat	€Unitat
Caldera de gas SAUNIER DUVAL model F 30 E	ut	2642,00
Canonada de multicapa de 40 BARBI de 5 m	m	11,70
Reducció de secció de 1-1/2" a 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	4,60
Reducció de secció de 1-1/4" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	3,02
Colze de 90° de 1-1/4" BARBI	ut	3,91
Vàlvula de bola de 1-1/2" ROCA	ut	16,00
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1/2"	ut	9,96
Ajudant lampista	h	13,83
Oficial 1era lampista	h	14,45



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



6.1.1.2 Preus unitaris de la partida 2: Calefacció

Concepte	Unitat	€/Unitat
Vàlvula de bola 1-1/2" ROCA	ut	16,00
Vàlvula de retenció de 1-1/2" EUROPA	ut	15,3
Canonada de MULTICAPA de 32 BARBI de 5m	m	7,92
Canonada de MULTICAPA de 25 BARBI de 5m	m	5,58
Abraçadora 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	0,20
Reducció de secció de 1-1/4" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	3,02
Colze de 90° de 1-1/4" BARBI	ut	2,96
Colze de 90° de 1" BARBI	ut	2,01
T de 1-1/4" BARBI	ut	7,32
Elements per radiadors SAHARA 700/80	ut	18,13
Elements per radiadors SAHARA 800/80	ut	20,20
Elements per radiadors GARDA 1200	ut	52,80
Elements per radiadors GARDA 2000	ut	85,37
Bomba WILO Star-RS 25/4 Classic Star	ut	123,00
Joc de racors bomba 1-1/4" ROCA	ut	10,00
Filtre de llautó de 1-1/2" SALVADOR ESCODA	ut	9,57
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1/2"	ut	9,96
Purgador automàtic VOSS Purg-O-Mat 150 3/8"	ut	7,10
Purgador manual GIACOMINI R68 1/8"	ut	0,81
Electrovàlvula de 2 vies de 1" ORKLI	ut	61,50
Col·lector M-H 1" amb 2 sortides M 3/4" vàlvula vermella	ut	18,43
Col·lector M-H 1" amb 2 sortides M 3/4" vàlvula blava	ut	18,43
Caixa de plàstic per a col·lectors	ut	19,46
Centraleta de regulació HONEYWELL CM67RFGN	ut	231,15
Ajudant lampista	h	13,83
Oficial 1era lampista	h	14,45



6.1.1.3 Preus unitaris de la partida 3: ACS

Concepte	Unitat	€Unitat
Vàlvula reductora de pressió 1-1/4" EUROBRASS	ut	63,43
Filtre de llautó de 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	9,57
Vàlvula de retenció de 1-1/4" EUROPA	ut	11,25
Vàlvula de seguretat regulable 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	39,43
Vàlvula de bola 1-1/4" ROCA	ut	10,00
Ajudant lampista	h	13,83
Oficial 1era lampista	h	14,45



6.1.1.4 Preus unitaris de la partida 4: Refrigeració planta baixa

Concepte	Unitat	€/Unitat
Equip de refrigeració CIATESA model Strato RSN 40M	ut	2,922
Planxa de llana de vidre CLIMAVER PLUS R de 3,6 m ²	ut	80,75
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	18,49
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	9,72
Cola CLIMAVER pot d'1 L	ut	6,84
Cinta CLIMAVER rotllo de 50 m	ut	9,72
Maleta d'eines ESCOPLUS	ut	161,20
Rail de suspensió	ut	11,60
Vareta roscada diàmetre 6	ut	6,97
Femella diàmetre 6	ut	2,89
Arandel·la diàmetre 6/18	ut	3,97
Oficial 1era instal·lador climatització	h	16,80
Ajudant instal·lador climatització	h	15,12



6.1.1.4 Preus unitaris de la partida 5: Refrigeració planta primera

Concepte	Unitat	€/Unitat
Equip de refrigeració CIATESA model Strato RSN 25	ut	2.138
Planxa de llana de vidre CLIMAVER PLUS R de 3,6 m ²	ut	80,75
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	13,79
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	10,99
Cola CLIMAVER pot d'1 L	ut	6,84
Cinta CLIMAVER rotllo de 50 m	ut	9,72
Maleta d'eines ESCOPLUS	ut	161,20
Rail de suspensió	ut	11,60
Vareta roscada diàmetre 6	ut	6,97
Femella diàmetre 6	ut	2,89
Arandel·la diàmetre 6/18	ut	3,97
Oficial 1era instal·lador climatització	h	16,80
Ajudant instal·lador climatització	h	15,12



6.1.2 Pressupost per partides

6.1.2.1 Pressupost de la partida 1: Caldera de gas

Concepte	Unitat	€Unitat	Quantitat	Import
Caldera de gas SAUNIER DUVAL model F 30 E	ut	2642,00	1	2642
Canonada de multicapa de 40 BARBI de 5 m	m	11,70	1	11,7
Reducció de secció de 1-1/2" a 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	4,60	1	4,6
Reducció de secció de 1-1/4" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	3,02	1	3,02
Colze de 90° de 1-1/4" BARBI	ut	3,91	1	3,91
Vàlvula de bola de 1-1/2" ROCA	ut	16,00	1	16
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1/2"	ut	9,96	1	9,96
Ajudant lampista	h	13,83	5	69,15
Oficial 1era lampista	h	14,45	5	72,25



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



6.1.2.2 Pressupost de la partida 2: Calefacció

Concepte	Unitat	€/Unitat	Quantitat	Import
Vàlvula de bola 1-1/2" ROCA	ut	16,00	9	144
Vàlvula de retenció de 1-1/2" EUROPA	ut	15,3	1	15,3
Canonada de MULTICAPA de 32 BARBI de 5m	m	7,92	25	198
Canonada de MULTICAPA de 25 BARBI de 5m	m	5,58	5	27,9
Abraçadora 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	0,20	60	12
Reducció de secció de 1-1/4" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	3,02	15	45,3
Colze de 90° de 1-1/4" BARBI	ut	2,96	30	88,8
Colze de 90° de 1" BARBI	ut	2,01	26	52,26
T de 1-1/4" BARBI	ut	7,32	16	117,12
Elements per radiadors SAHARA 700/80	ut	18,13	13	235,69
Elements per radiadors SAHARA 800/80	ut	20,20	46	929,2
Elements per radiadors GARDA 1200	ut	52,80	6	316,8
Elements per radiadors GARDA 2000	ut	85,37	2	170,74
Bomba WILO Star-RS 25/4 Classic Star	ut	123,00	1	123
Joc de racors bomba 1-1/4" ROCA	ut	10,00	1	10
Filtre de llautó de 1-1/2" SALVADOR ESCODA	ut	9,57	1	9,57
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1/2"	ut	9,96	1	9,96
Purgador automàtic VOSS Purg-O-Mat 150 3/8"	ut	7,10	2	14,2
Purgador manual GIACOMINI R68 1/8"	ut	0,81	15	12,15
Electrovàlvula de 2 vies de 1" ORKLI	ut	61,50	2	123
Col·lector M-H 1" amb 2 sortides M 3/4" vàlvula vermella	ut	18,43	1	18,43
Col·lector M-H 1" amb 2 sortides M 3/4" vàlvula vermella	ut	18,43	1	18,43
Caixa de plàstic per a col·lectors	ut	19,46	2	36,92
Centraleta de regulació HONEYWELL CM67RFGN	ut	231,15	1	231,15
Ajudant lampista	h	13,83	36	497,88
Oficial 1era lampista	h	14,45	36	520,2



6.1.2.3 Pressupost de la partida 3: ACS

Concepte	Unitat	€Unitat	Quantitat	Import
Vàlvula reductora de pressió 1-1/4" EUROBRASS	ut	63,43	1	63,43
Filtre de llautó de 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	9,57	1	9,57
Vàlvula de retenció de 1-1/4" EUROPA	ut	11,25	1	11,25
Vàlvula de seguretat regulable 1-1/4" SALVADOR ESCODA	ut	39,43	1	39,43
Vàlvula de bola 1-1/4" ROCA	ut	10,00	1	10
Ajudant lampista	h	13,83	2	27,66
Oficial 1 era lampista	h	14,45	2	28,9



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



6.1.2.4 Pressupost de la partida 4: Refrigeració planta baixa

Concepte	Unitat	€/Unitat	Quantitat	Import
Equip de refrigeració CIATESA model Strato RSN 40M	ut	2.922	1	2.922
Planxa de llana de vidre CLIMAVER PLUS R de 3,6 m ²	ut	80,75	6	484,5
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	18,49	5	92,45
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	9,72	1	9,72
Cola CLIMAVER pot d'1 L	ut	6,84	1	6,84
Cinta CLIMAVER rotllo de 50 m	ut	9,72	1	9,72
Maleta d'eines ESCOPLUS	ut	161,20	1	161,2
Rail de suspensió	ut	11,60	15	174
Vareta roscada diàmetre 6	ut	6,97	30	209,1
Femella diàmetre 6	ut	2,89	30	86,7
Arandel·la diàmetre 6/18	ut	3,97	30	119,1
Oficial 1era instal·lador climatització	h	16,80	15	252
Ajudant instal·lador climatització	h	15,12	15	226,8



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



6.1.2.5 Pressupost de la partida 5: Refrigeració planta primera

Concepte	Unitat	€/Unitat	Quantitat	Import
Equip de refrigeració CIATESA model Strato RSN 25	ut	2.138	1	2.138
Planxa de llana de vidre CLIMAVER PLUS R de 3,6 m ²	ut	80,75	3	242,25
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	13,79	4	55,16
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	10,99	1	10,99
Cola CLIMAVER pot d'1 L	ut	6,84	1	6,84
Cinta CLIMAVER rotllo de 50 m	ut	9,72	1	9,72
Maleta d'eines ESCOPLUS	ut	161,20	1	161,2
Rail de suspensió	ut	11,60	7	81,2
Vareta roscada diàmetre 6	ut	6,97	14	97,58
Femella diàmetre 6	ut	2,89	14	40,46
Arandel·la diàmetre 6/18	ut	3,97	14	55,58
Oficial 1era instal·lador climatització	h	16,80	12	201,6
Ajudant instal·lador climatització	h	15,12	12	181,44

6.1.2.6 Resum del pressupost per partides

Partida	Import (€)
1. Caldera de gas	2.832,59
2. Calefacció	3.978,00
3. ACS	190,24
4. Refrigeració planta baixa	4.754,13
5. Refrigeració planta primera	3.282,02
Total partides	15.036,98

6.1.3 Pressupost general

Nota: tots els imports estan en euros (€).

Total partides	15.036,98
Benefici industrial 6%	902,22
Base imposable	15.939,20
IVA 16%	2.550,27
TOTAL PRESSUPOST	18.489,47

El pressupost general de la instal·lació és de **DIVUIT MIL QUATRE CENTS VUITANTA-NOU EUROS AMB QUARANTA-SET CÈNTIMS**.



6.2 PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA

6.2.1 Preus unitaris

6.2.1.1 Preus unitaris de la partida 1: Bescanviador geotèrmic

Concepte	Unitat	€/Unitat
Canonada polietilè 32 1 ½" BARBI	m	6,86
Canonada polietilè 32 2 ½" BARBI	m	16,59
Reducció de secció de 2 ½" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	10,14
Reducció de secció de 2 ½" a 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	10,34
Te d' 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	23,47
Centralita de regulació µChiller ² CIATESA	ut	154,16
Anticongelant propilenglicol HARTGARD. Bidó de 30 L.	ut	81,48
Oficial 1era treballs geològics	h	31,36
Ajudant lampista	h	13,83
Oficial 1era lampista	h	14,45



6.2.1.2 Preus unitaris de la partida 2: Climatització

Concepte	Unitat	€/Unitat
Bomba de calor geotèrmica IZEH-70 CIATESA	ut	6466
Canonada polietilè amb barrera antioxigen BARBI 20 x 16,0	m	1,84
Col·lector terra radiant 5 circuits SAUNIER DUVAL	ut	346,51
Col·lector terra radiant 4 circuits SAUNIER DUVAL	ut	259,31
Armari col·lector terra radiant 4 i 5 circuits SAUNIER DUVAL	ut	111,20
Plafó aïllant autoportant de tetons SRPAN 30 ORKLI	ut	11,61
Film antihumitat polietilè SAUNIER DUVAL	ut	127,72
Banda perimetral polietilè SRBAN-1 SAUNIER DUVAL	ut	0,79
Additiu morter ORKLI 30 L.	L	3,18
Fan-coil MT-KCN 20 CIATESA	ut	444
Llana de vidre revestida CLIMAVR PLUS R ISOVER de 3,6m ²	ut	80,75
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	13,79
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	10,99
Difusors d'aire plenum MADEL model DCP	ut	11,15
Cola CLIMAVR pot d'1 L	ut	6,84
Cinta CLIMAVR rotlló de 50 m	ut	9,72
Rail de suspensió	ut	11,60
Vareta roscada diàmetre 6	ut	2,85
Femella diàmetre 6	ut	0,57
Canonada de coure d'1" de 5m NACOBRE	ut	29,5
Canonada de coure d'1 1/2" de 5m NACOBRE	ut	41,60
Sonda temperatura exterior NTC20k HONEYWELL	ut	23,15
Sonda temperatura T28 RESOL	ut	24,60
Sonda anticondensació Orkli	ut	67,35
Termòstat analògic DB-EZN SALVADOR ESCODA	ut	10,97
Electrovàlvula tres vies 3V 1 1/2" ORKLI	ut	61,63
Vàlvula de retenció 1 1/2" EUROPA	ut	15,3
Electrovàlvula dos vies 2V 1 1/2" i 1"	ut	61
Vàlvula de bola 1 1/2" i 1" VIR	ut	10,19
Filtre partícules sòlides 1 1/2" SALVADOR ESCODA	ut	9,57
Bomba circulació Wilo Stratos ECO-ST 25/1-5	ut	131



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Manòmetre vertical IM 30 503 SALVADOR ESCODA	ut	9,96
Aïllament de canonades ISOCELL 28x19	m	4,80
Aïllament de canonades ISOCELL 42 x 19 + 89 x 13	m	5,40
Cinta adhesiva aïllant ISOCELL de 5 m.	m	7
Te d' 1 ½" x 1" x 1 ½" NACOBRE	ut	25,7
Te d' 1" x 1 ½" x 1 ½" NACOBRE	ut	25,7
Colze de 90° de 1 ½" NACOBRE	ut	2,56
Colze 90° de 1" NACOBRE	ut	2,01
Reducció de 1" a ½" NACOBRE	ut	1,15
Reducció de 1 ½" a 1" NACOBRE	ut	1,82
Abraçadora 1" SALVADOR ESCODA	ut	0,18
Abraçadora 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	0,22
Centralita de regulació Comfort System UPONOR	ut	226
Ajudant lampista	h	13,83
Oficial 1era lampista	h	14,45



6.2.1.3 Preus unitaris de la partida 3: ACS

Concepte	Unitat	€/Unitat
Dipòsit ACS Saunier Duval BDS 1150 ME	ut	490
Canonada de coure de 1" NACOBRE de 5 m	ut	29,5
Abraçadora 1" SALVADOR ESCODA	ut	0,18
Colze de 90° de 1" NACOBRE	ut	2,01
Vàlvula reductora de pressió 1" RINOX	ut	72,16
Filtre de llautó de 1" SALVADOR ESCODA	ut	9,01
Vas d'expansió AMR-B SALVADOR ESCODA 5L	ut	28,73
Vàlvula de retenció de 1" EUROPA	ut	15,3
Vàlvula de seguretat regulable 1" SALVADOR ESCODA	ut	52,79
Vàlvula de bola de 1" VIR	ut	10,19
Electrovàlvula tres vies 2V 1" ORKLI	ut	61,50
Sonda de temperatura envainada RESOL FKP150	ut	27,50
Sonda temperatura T28 RESOL	ut	24,60
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1"	ut	9,96
Centralita de regulació HONEYWELL CM67RFGN	ut	231,15
Ajudant lampista	h	13,83
Oficial 1era lampista	h	14,45



6.2.2 Pressupost per partides

6.1.2.1 Pressupost de la partida 1: Bescanviador geotèrmic

Concepte	Unitat	€/Unitat	Quantitat	Import
Canonada polietilè 32 1 ½" BARBI	m	6,86	100	686
Canonada polietilè 32 2 ½" BARBI	m	16,59	1	16,59
Reducció de secció de 2 ½" a 1" SALVADOR ESCODA	ut	10,14	2	20,28
Reducció de secció de 2 ½" a 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	10,34	2	20,68
Te d' 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	23,47	4	93,88
Centraleta de regulació µChiller ² CIATESA	ut	154,16	1	154,16
Anticongelant propilenglicol HARTGARD. Bidó de 30 L.	ut	81,48	30	81,48
Oficial 1era treballs geològics	h	31,36	15	470,4
Ajudant lampista	h	13,83	20	276,6
Oficial 1era lampista	h	14,45	20	289



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



6.1.2.2 Pressupost de la partida 2: Climatització

Concepte	Unitat	€Unitat	Quantitat	Import
Bomba de calor geotèrmica IZEH-70 CIATESA	ut	6.466	1	6.466
Canonada polietilè amb barrera antioxigen BARBI 20 x 16,0	m	1,84	650	1.196
Col·lector terra radiant 5 circuits SAUNIER DUVAL	ut	346,51	1	346,51
Col·lector terra radiant 4 circuits SAUNIER DUVAL	ut	259,31	1	259,31
Armari col·lector terra radiant 4 i 5 circuits SAUNIER DUVAL	ut	111,20	2	222,4
Plafó aïllant autoportant de tetons SRPAN 30 ORKLI	ut	11,61	145	1.683,45
Film antihumitat polietilè SAUNIER DUVAL	ut	127,72	1	127,72
Banda perimetral polietilè SRBAN-1 SAUNIER DUVAL (50m/ut)	ut	0,79	3	2,37
Additiu morter ORKLI 30 L.	L	3,18	18,43	58,61
Fan-coil MT-KCN 20 CIATESA	ut	444	2	888
Llana de vidre revestida CLIMAVER PLUS R ISOVER de 3,6m ²	ut	80,75	18,92	424,38
Reixetes d'impulsió d'aire MADEL model AMT	ut	13,79	9	124,11
Difusors d'aire MADEL model DCQ	ut	10,99	2	21,98
Difusors d'aire plenum MADEL model DCP	ut	11,15	4	44,6
Cola CLIMAVER pot d'1 L	ut	6,84	1	6,84
Cinta CLIMAVER rotllo de 50 m	ut	9,72	1	9,72
Rail de suspensió	ut	11,60	15	174
Vareta roscada diàmetre 6	ut	2,85	30	85,5
Femella diàmetre 6	ut	0,57	30	17,1
Canonada de coure d'1" de 5m NACOBRE	ut	29,65	7,22	59,3
Canonada de coure d'1 ½" de 5m NACOBRE	ut	41,60	49,28	416
Sonda temperatura exterior NTC20k HONEYWELL	ut	23,15	1	23,15
Sonda temperatura T28 RESOL	ut	24,60	2	49,2
Sonda anticondensació	ut	67,35	2	134,7
Termòstat analògic DB-EZN SALVADOR ESCODA	ut	10,97	2	21,94
Electrovàlvula tres vies 3V 1 ½" ORKLI	ut	61,63	2	123,26
Vàlvula de retenció 1 ½" EUROPA	ut	15,3	6	91,8
Electrovàlvula dos vies 2V 1 ½" i 1"	ut	61	4	244



Oriol Macarulla Cervelló
Alberto Vélez Bermúdez



Vàlvula de bola 1 ½" i 1" VIR	ut	10,19	13	132,47
Filtre partícules sòlides 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	9,57	2	19,14
Bomba circulació Wilo Stratos ECO-ST 25/1-5	ut	131	2	262
Manòmetre vertical IM 30 503 SALVADOR ESCODA	ut	9,96	2	19,92
Aïllament de canonades ISOCELL 28x19	m	4,80	7,22	38,4
Aïllament de canonades ISOCELL 42 x 19 + 89 x 13	m	5,40	49,28	270
Cinta adhesiva aïllant ISOCELL de 5 m.	m	7	56,5	79,8
Te d' 1 ½" x 1" x 1 ½" NACOBRE	ut	25,7	6	154,2
Te d' 1" x 1 ½" x 1 ½" NACOBRE	ut	25,7	2	51,4
Colze de 90° de 1 ½" NACOBRE	ut	2,56	20	51,2
Colze 90° de 1" NACOBRE	ut	2,01	8	16,08
Reducció de 1" a ½" NACOBRE	ut	1,15	4	4,6
Reducció de 1 ½" a 1" NACOBRE	ut	1,82	4	7,28
Abraçadora 1" SALVADOR ESCODA	ut	0,18	7	1,26
Abraçadora 1 ½" SALVADOR ESCODA	ut	0,22	56	12,32
Centralita de regulació Comfort System UPONOR	ut	226	2	452
Ajudant lampista	h	13,83	40	553,2
Oficial 1era lampista	h	14,45	40	578

6.2.2.3 Pressupost de la partida 3: ACS

Concepte	Unitat	€/Unitat	Quantitat	Import
Dipòsit ACS Saunier Duval BDS 1150 ME	ut	490	1	490
Canonada de coure de 1" NACOBRE de 5 m	ut	29,5	4	118
Abraçadora 1" SALVADOR ESCODA	ut	0,18	4	0,72
Colze de 90° de 1" NACOBRE	ut	2,01	8	16,08
Vàlvula reductora de pressió 1" RINOX	ut	72,16	1	72,16
Filtre de llautó de 1" SALVADOR ESCODA	ut	9,01	1	9,01
Vas d'expansió AMR-B SALVADOR ESCODA 5L	ut	28,73	1	28,73
Vàlvula de retenció de 1" EUROPA	ut	15,3	4	61,2
Vàlvula de seguretat regulable 1" SALVADOR ESCODA	ut	52,79	2	105,58
Vàlvula de bola de 1" VIR	ut	10,19	7	71,33
Electrovàlvula tres vies 2V 1" ORKLI	ut	61,50	2	123
Sonda de temperatura envainada RESOL FKP150	ut	27,50	1	27,5
Sonda temperatura T28 RESOL	ut	24,60	1	24,6
Manòmetre vertical SALVADOR ESCODA 4 bar 1"	ut	9,96	1	9,96
Centraleta de regulació HONEYWELL CM67RFGN	ut	231,15	1	231,15
Ajudant lampista	h	13,83	5	69,15
Oficial 1era lampista	h	14,45	5	72,25

6.2.2.4 Resum del pressupost per partides

Partida	Import (€)
1. Bescanviador geotèrmic	2.109,07
2. Climatització	16.025,22
3. ACS	1.530,42
Total partides	19.664,71

6.2.3 Pressupost general

Nota: tots els imports estan en euros (€).

Total partides	19.664,71
Benefici industrial 6%	1.179,88
Base imposable	20.844,59
IVA 16%	3.335,1
TOTAL PRESSUPOST	24.179,72

El pressupost general de la instal·lació és de **VINT-I-QUATRE MIL CENT SETANTA NOU EUROS AMB SETANTA DOS CÈNTIMS.**



6.3 ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA

Aquest estudi de viabilitat econòmica té per objectiu determinar el període de temps que ha de transcórrer per a que la instal·lació geotèrmica comenci a ser més rentable que la instal·lació convencional, i si finalment ho és, calcular l'estalvi que representa aquesta durant la vida útil de la instal·lació (25 anys).

Tots els càlculs es mostren en l'apartat 2.1.10 del present projecte.

Les principals raons per les que avui en dia s'aconsella instal·lar un sistema d'energia geotèrmica envers un de convencional són:

- ☒ L'estalvi energètic que suposa la disminució del consum d'energies convencionals, a llarg termini, una vegada amortitzada la inversió inicial en la instal·lació, ja que s'aprofita una energia que arriba gratuïta.
- ☒ Evitar l'ús i el consum de combustibles fòssils, de vida finita
- ☒ Contribuir amb el medi ambient, utilitzant energia renovable, neta i no contaminant, i evitant emissions de CO₂ a l'atmosfera, ajudant a frenar el deteriorament del planeta.

En el camp domèstic les principals raons esmentades anteriorment són aquelles que fan referència a la conscienciació mediambiental i a l'estalvi energètic.

No obstant, si una inversió domèstica, a més de satisfer les inquietuds mediambientals del propietari també implica un cert estalvi econòmic envers altres sistemes, aleshores es justifica la seva instal·lació gairebé al 100%. L'única pega es troba en l'alta inversió inicial.

Per a concloure aquest apartat s'ha considerat interessant mostrar aquelles dades més significatives, com són:



- A partir de quin moment la instal·lació geotèrmica comença a ser més rentable que la instal·lació convencional (moment en que els costos de la instal·lació geotèrmica comencen a ser inferiors que els de la convencional)
- Quin és l'estalvi que es pot aconseguir amb la instal·lació geotèrmica en el cas més optimista (estalvi màxim), en 25 anys
- Quin és l'estalvi que es pot aconseguir amb la instal·lació geotèrmica en el cas més pessimista (estalvi mínim), en 25 anys
- Quin és l'estalvi màxim anual que es pot obtenir amb la instal·lació geotèrmica

Els resultats obtinguts per als diferents casos considerats (veure apartat 2.1.10) tenint en compte les possibles variabilitat, o no, tant del preu de l'electricitat com del gas natural es mostren de la Taula 6.1 a la Taula 6.3

Amb/sense subvenció instal·lació geotèrmica	Instal·lació geotèrmica més rentable a partir de:	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas optimista	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas pessimista	Màxim estalvi anual
Sense subvenció	14 anys	16.545,89 €	-97.023,82 €	11.351,44 €
Amb subvenció del 10%	8,5 anys	76.995,19 €	-36.574,52 €	13.769,41€
Amb subvenció del 20%	Des de l'inici (diferència de 382 €)	137.444,50 €	23.874,78 €	16.187,38 €
Amb subvenció del 30%	Des de l'inici (diferència de 2800 €)	197.893,80 €	84.324,08 €	18.605,35 €

Taula 6.1 Resum resultats obtinguts amb variabilitat del preu de l'electricitat i del gas

Amb/sense subvenció instal·lació geotèrmica	Instal·lació geotèrmica més rentable a partir de:	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas optimista	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas pessimista	Màxim estalvi anual
Sense subvenció	14 anys	27.122,26 €	-97.023,82 €	3.194,16 €
Amb subvenció del 10%	8,5 anys	87.571,57 €	-36.574,52 €	-776,19 €
Amb subvenció del 20%	Des de l'inici (diferència de 382 €)	148.020,87 €	23.874,78 €	1641,78 €
Amb subvenció del 30%	Des de l'inici (diferència de 2800 €)	208.470,17 €	84.324,08 €	4.059,75 €

Taula 6.2 Resum resultats obtinguts amb preu electricitat constant i preu gas variable



Amb/sense subvenció instal·lació geotèrmica	Instal·lació geotèrmica més rentable a partir de:	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas optimista	Estalvi instal·lació geotèrmica en 25 anys cas pessimista	Màxim estalvi anual
Sense subvenció	No ho serà (diferència de -4372 €)	-110.374,84 €	-120.951,21 €	-4.371,42 €
Amb subvenció del 10%	No ho serà (diferència de -1954 €)	-49.925,54 €	-60.501,91 €	-1.953,44 €
Amb subvenció del 20%	Sempre, excepte r(elect.):6% a partir de l'any 14.	10.523,76€	-52,61€	464,53 €
Amb subvenció del 30%	Des de l'inici (diferència de 2800 €)	70.973,06 €	60.396,69 €	2882,50 €

Taula 6.3 Resum resultats obtinguts amb preu electricitat variable i preu gas constant

Així doncs, es conclou que la previsió més optimista suposa un estalvi en 25 anys de 208.470,17 € (el qual s'obté per a un preu de l'electricitat constant i variable en el cas del gas natural, i amb una subvenció per a la instal·lació geotèrmica del 30 % de la inversió inicial) i la més pessimista un cost per sobre de la instal·lació convencional en 25 anys de 120.951,21 € (el qual s'obté per a un preu de l'electricitat variable i constant per al gas natural, i sense cap subvenció per a la instal·lació geotèrmica).

6.4 SUBVENCIONS

És evident que tan sols gaudirà de subvenció la instal·lació geotèrmica ja que la instal·lació convencional no utilitza cap tipus d'energia renovable per al seu ús.

Gràcies a les subvencions es pot aconseguir un estalvi econòmic. Segons l'Institut Català d'Energia de la Generalitat de Catalunya, la màxima subvenció per a sistemes d'energia geotèrmica per a la seva utilització en aplicacions tèrmiques, és del 30% sobre la inversió inicial.

Degut a que depenent del projecte en concret aquesta possible subvenció pot variar, es suposaran 3 de diferents, concretament del 10 %, del 20 % i del 30 % de la inversió inicial.

Restant cadascun d'aquests ajuts al pressupost general de la instal·lació, aquesta agafa un valor final, com es pot veure desglossat a la Taula 6.1.

Pressupost General	Subvenció		Pressupost Final
24.179,72 €	10 %	2.417,97 €	21.761,75
	20 %	4.835,94 €	19.343,78
	30 %	7.253,92 €	16.925,8

Taula 6.1 Pressupost general, subvenció i pressupost final de la instal·lació geotèrmica